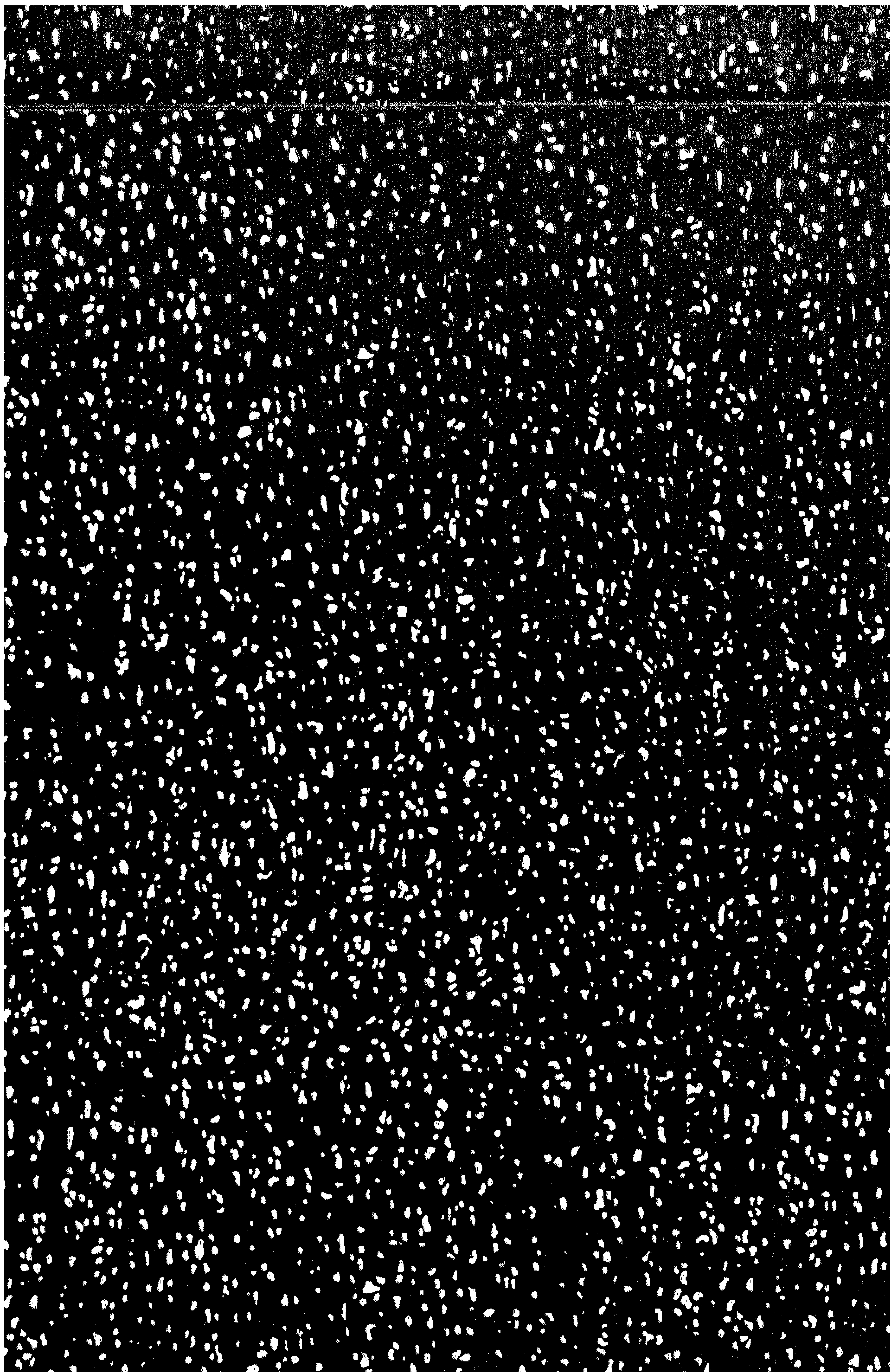
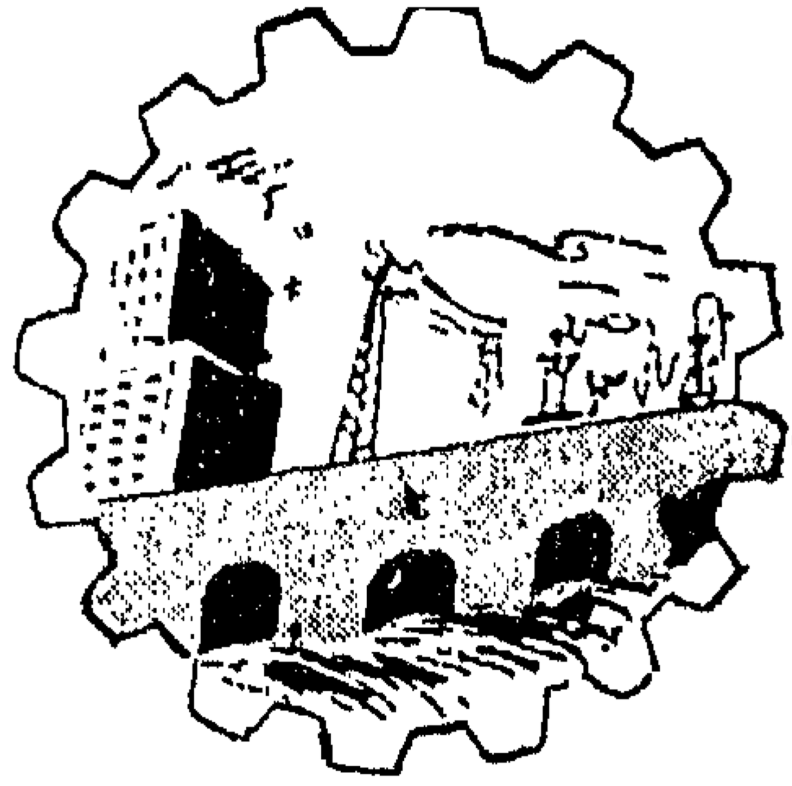




مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العدد الاول — المجلد السادس — يناير - فبراير - مارس ١٩٦٧

مجلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية — تصدرها كل ثلاثه شهور جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة السادسة | العدد الأول | يناير — فبراير — مارس ١٩٦٧

محتويات العدد

القسم العربى

القسم الانجليزى

بيـانات :

مقر المجلة :

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٢١٠٦٠

الاشتراكات:

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوى:

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	٦٠ ص	٢٠٠ ص

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية، أى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر وتعبر عن رأى كاتبها فقط

الإعلانات

مؤسسة مصر للطباعة والنشر

القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٧٢١٩٢

لجنة التحرير

تحديد مقاومة السير لعربات السكك الحديدية لبحث ديناميكية منطقة القمة

للمؤلفين

دكتور مهندس/ محمد الهوارى
استاذ السكك الحديدية المساعد
كلية الهندسة - جامعة القاهرة

دكتور مهندس/ ج . جايارى
مدير معهد التصميم والتخطيط بسكك
حديد جمهورية المجر الشعبية

الجزء الثانى

يهدف هذا البحث الى تحديد مقاومات السير اللازمة لبحث ديناميكيـة القمة بمحطات الفرز والتستيف ، وفى الجزء الأول المنشور بالعدد الرابع من هـذه المجلة (اكتوبر - نوفمبر - ديسمبر سنة ١٩٦٦) بدأ المؤلفان بتلخيص أهم الأبحاث التى اجريت فى هذا الموضوع ، ثم انتقلا الى شرح طريقة مبسـطة عمليـة لقياس مقاومات السير ، كما بين المؤلفان مدى تأثير الخطأ المتواجد فى أجهزة القياس على دقة مقاومة السير المحسوبة ، أما فى الجزء التالى والأخير فسوف تبين طريقة اكتشاف الغلط الذى حدث أثناء القياس بغرض حذفه . ثم تقييم النتائج مره حسب درجات الحرارة واخرى حسب أوزان المحاور ، وسوف ينتهى البحث بغرض طريقة مبتكرة لاختيار مقاومات السير المناسبة لبحث ديناميكية القمة معتمدة على الدرجة المطلوبة لكفاءة تشغيل القمة .

البند الخامس : الأخذ فى الاعتبار عدم ثبات العجلة أثناء دحرجة العربات واكتشاف الغلط وحذفه :

إذا ما أخذ فى الاعتبار عند حساب العجلة ع فقط المقادير المقاسة $ت_1$ ، $ت_2$ ، $ل_1$ ، $ل_2$ ، $ت_{21}$ وإذا مافرض أن العجلة ثابتة فانه يمكن استنتاج التالى :

$$س_م = \frac{س_1 + س_2}{2} = \frac{\frac{ل_1}{ت_1} + \frac{ل_2}{ت_2}}{2} ،$$

وحيث أنه لكل القياسات كان

$$ل_1 = ل_2 = ل$$

$$\therefore س_م = \frac{ل}{2} \left(\frac{1}{ت_1} + \frac{1}{ت_2} \right)$$

ويصبح الطريق المقطوع الذى يمكن حسابه من المقادير المقاسة السابقة :

$$ت_{21} \cdot \frac{ل}{2} \left(\frac{1}{ت_1} + \frac{1}{ت_2} \right)$$

فاذا لم تتفق هذه القيمة المحسوبة مع القيمة المقاسة أثناء التجربة $ل_{21}$ فان هذا يعنى أن الشرط الذى استنتج من فرض عجلة ثابتة ، أى

$$\text{سم} = \frac{\frac{\text{ل}}{\text{ت}_1} + \frac{\text{ل}}{\text{ت}_2}}{2} = \frac{\text{ل}_{21}}{\text{ت}_{21}} \text{ ، أى : } \frac{2\,\text{ل}_{21}}{\text{ل}} = \text{ت}_{21}\left(\frac{1}{\text{ت}_1} + \frac{1}{\text{ت}_2}\right)$$

لم يتحقق ، فإذا رمزنا لكل من : $\frac{2\,\text{ل}_{21}}{\text{ل}} = \lambda_{\text{ل}}$ ،

$\text{ت}_{21}\left(\frac{1}{\text{ت}_1} + \frac{1}{\text{ت}_2}\right) = \lambda_{\text{ت}}$ فإنه يصبح فى حالة عدم تحقق الشرط السابق :

$$\frac{2\,\text{ل}_{21}}{\text{ل}} - \text{ت}_{21}\left(\frac{1}{\text{ت}_1} + \frac{1}{\text{ت}_2}\right) = \lambda_{\text{ل}} - \lambda_{\text{ت}} = \triangle\lambda \quad \ldots\ldots (21)$$

والسبب فى الفرق بين قيمة $\lambda_{\text{ل}}$ ، $\lambda_{\text{ت}}$ أى المقدار $\triangle\lambda$ يمكن أن يعزى — إذا استبعدنا الغلط من الحسبان — إلى الأخطاء العرضية (Accidental erreors)فإذا ماحسب الخطأ المحتمل الأقصى $\triangle_{\triangle\lambda}$ حسب فروض جاوس فإنه يجب أن تصبح $\triangle\lambda \leqq \triangle_{\triangle\lambda}$ ؛ والمقدار $\triangle_{\triangle\lambda}$ يمكن حسابه من المعادلة :

$$\triangle^2_{\triangle\lambda} = \left(\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ت}_{21}}\right)^2 \triangle^2_{\text{ت}_{21}} + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ت}_1}\right)^2 \triangle^2_{\text{ت}_1} + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ت}_2}\right)^2 \triangle^2_{\text{ت}_2} + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ل}_{21}}\right)^2 \triangle^2_{\text{ل}_{21}} + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ل}}\right)^2 \triangle^2_{\text{ل}} \quad \ldots\ldots (22)$$

$$\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ت}_{21}} = -\left(\frac{1}{\text{ت}_1} + \frac{1}{\text{ت}_2}\right) \text{ ، } \triangle_{\text{ت}_{21}} = \pm \text{ ٠٠١ر٠ ثانية} \quad \ldots (23)$$

$$\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ت}_1} = \frac{\text{ت}_{21}}{\text{ت}_1^2} \text{ ، } \triangle_{\text{ت}_1} = \pm \text{ ٠٠٠٢ر٠ ثانية} \quad \ldots (24)$$

$$\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ت}_2} = \frac{\text{ت}_{21}}{\text{ت}_2^2} \text{ ، } \triangle_{\text{ت}_2} = \pm \text{ ٠٠٠٢ر٠ ثانية} \quad \ldots (25)$$

$$\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ل}_{21}} = \frac{2}{\text{ل}} \text{ ، } \triangle_{\text{ل}_{21}} = \pm \text{ ٠٢ر٠ مترا} \quad \ldots (26)$$

$$\frac{\partial\lambda}{\partial\text{ل}} = \frac{2\,\text{ل}_{21}}{\text{ل}^2} \text{ ، } \triangle_{\text{ل}} = \pm \text{ ٠٠٢ر٠ مترا} \quad \ldots (27)$$

وقد حسب المقدار $\triangle\lambda$ للتجارب الثمانية المعطاة فى البند الرابع وذلك تبعا للمعادلة (٢١) ورصدت النتائج فى جدول (٧) عمود ١٥ . وبالإضافة إلى ذلك حسب المقدار $\triangle\lambda$ لتجربة تاسعة يتواجد بها غلط . والحدود الخمسة للخطأ المحتمل الأقصى $\triangle_{\triangle\lambda}$ حسبت تبعا للمعادلات من ٢٣–٢٧ ورصدت فى الأعمدة من (٢٠–٢٤) . فاذا ما قورنت قيم $\triangle\lambda$ مع $\triangle_{\triangle\lambda}$ والمبينة بالأعمدة ١٥ وبالتالى ٢٦ فانه يلاحظ فى أغلب التجارب أن $\triangle\lambda < \triangle_{\triangle\lambda}$ والسبب فى ذلك لا يرجع إذن إلى الأخطاء المتلاشية عند

جدول (٧) : حساب مقاومات السير والهواء المصححة $م'_{س+هـ}$ وكذلك الخطأ المحتمل الأقصى $\Delta λ_{م}$

	رقم العربة	طراز العربة	وزن العربة		$س_{هـ}$	β	$ت_١$	$ت_م$	$ت_{٢-١}$	ل	$ل_{١٢}$	$كـ_د$	$λ_ل$	$λ_ت$	$\Delta λ$	ع	ε	$م_{س+هـ}$	$م'_{س+هـ}$	$\frac{\partial م}{\partial ت_{٢١}}$	$\frac{\partial م}{\partial ت_١}$	$\frac{\partial م}{\partial ت_٢}$	$\frac{\partial م}{\partial ل_{١١}}$	$\frac{\partial م}{\partial ل}$	$\hat{\Delta} λ_م$	$\Delta λ_م$
—	—	—	م°	—	م/ث	°	ث	ث	ث	م	م	%	—	—	—	م/ث² (١-١)	%	كجم/الطن	كجم/الطن	$١٠^{-٦}$	$١٠^{-٦}$	$١٠^{-٦}$	$١٠^{-٦}$	$١٠^{-٦}$	$١٠^{-٦}$	
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦
١	IzKn ٣٣٥٤٩٨	سم	١٠	٤٥	٠	٠	٠,٤٧٦٨	٠,٤٤١٦	١٤,١١١	١,٤٠	٤٣,٢٨	٣,٦٤	٦١,٨٣	٦١,٥٥	+٠,٢٨	+١,٧١٥	+٠,٤٢١	١,٨٠٤	١,٨١١	١٩	١٥٤	٢٠٩	٨١٦	٧٨٠٠	٨٩٩٨	±٠,٠٩
٢	I ٣٢٠٦٣٠	سق	٢٠	،،	٨	٠	٠,٢٨٢٤	٠,٣٦١٤	١٠,٨٥٠	١,٥٠	٤٣,٤٠	٣,٥١	٥٧,٨٧	٥٧,٩٨	-٠,١٣	+١,٦٣٥	-٠,١٩	١,٤١١	١,٤٠٩	٢٩	٧٣٥	٢٦١	٧١١	٥٩٥٤	٧٦٩٠	±٠,٠٩
٣	Gr ١٥٠٩١٩	صم	٢٠	،،	٨	٠	٠,٤٧١٨	٠,٤٤٢٥	١٣,٢٠٧	١,٥٠	٤٣,٤٠	٣,٥١	٥٧,٨٧	٥٧,٨٤	+٠,٠٣	+١,٦٥١	٠,٠٥٩	١,٦٩٩	١,٧٠٠	١٩	١٤١	١٨٢	٧١١	٥٩٥٤	٧٠٠٧	±٠,٠٨
٤	Gr.zh ١٥٧٣٤٤	صق	٣٠	،،	٠		٠,٤٢٥٦	٠,٤٤٥٧	١٣,٥٧٨	١,٤٠	٤٣,٢٨	٣,٦٤	٦١,٨٣	٦١,٦٤	+٠,١٩	-٠,٥٥٥	-٠,٠٤	٤,٢٨٢	٤,٢٨١	٢١	٢٠٥	١٨٧	٨١٦	٧٨٠٠	٩٠٢٩	±٠,٠٩
٥	Kz ٢٠٢٣٨٦	سم	٣٠+	،،	١	٣٠٠	٠,٣٦٣٣	٠,٢٢٨٨	١٠,١٨٩	١,٥٠	٤٣,٥٠	٢,٩٢	٥٨,٠	٥٨,١٠	-٠,١٠	+٢,٠٢٦	-٠,٦١	٠,٦٣٦	٠,٦٢٢	٢٣	٢٢٨	٣١٥	٧١١	٥٩٨١	٧٢٧٨	±٠,٠٩
٦	Sun ٤٧٣١٠٥	سق	٣٠+	،،	١	٣٠٠	٠,٢٨٢٨	٠,٣٦٣٢	١٠,٧٧٢	١,٥٠	٤٣,٥٠	٢,٩٢	٥٨,٠	٥٧,٨٠	+٠,٢٠	+٢,٠٢٤	+٠,٢٩	١,٣٣٢	١,٣٦٨	١٩	٢١٦	٢٦٧	٧١١	٥٩٨١	٧٣٠٤	±٠,٠٨
٧	Gr ١٦٢٦٩٦	صم	٣٠+	،،	١	٣٠٠	٠,٣٢٤٥	٠,٣١١٠	٩,٢٤٢	١,٥٠	٤٣,٥٠	٢,٩٢	٥٨,٠	٥٨,١٠	-٠,١٠	+٢,٧٥٠	-٠,١٧	١,٦٤٤	١,٦٤٠	٤٠	٣٠٨	٣٦١	٧١١	٥٩٨١	٧٤٠١	±٠,٠٩
٨	M ١١٧٦٤٩	صق	٢٧٤	،،	٥	٣٠٠	٠,٣٤٠١	٠,٣٢٥٨	٩,٦٥٨	١,٥٠	٤٣,٥٠	٢,٩٢	٥٨,٠	٥٨,٠٤	-٠,٠٤	+٢,٧٦٦	-٠,٠٨	١,٣٢٥	١,٣٢٤	٣٦	٣٧٩	٣٣١	٧١١	٥٩٨١	٧٣٣٨	±٠,٠٩
٩	Gr ١١٩٠٦٢	صم	٣٠	،،	٠	٠	٠,٣٢٨٩	٠,٣٧٣١	١٦,٠٥٩	١,٤٠	٤٣,٢٨	٣,٦٤	٦١,٨٣	٩١,٨٧	-٣٠,٠٤	-٣,٨١١	+٢٩,٥٤	٧,١٨١	٨,٨٧٢	٢٣	٨٨١	٥٣٢	٨١٦	٧٨٠٠	١٠٢٩٢	±٠,١٠

سم : عربة سطح محملة
سق : عربة سطح فارغة
صم : عربة صندوق محملة
صق : عربة صندوق فارغة

القياس ولكنه بالتأكيد يرجع إلى الفرض الخاطىء بأن العجلة ثابتة أثناء الدحرجة على سكة القياس ، وبعبارة أخرى فان مقاومة السير والهواء على الطول $ل_{٢١}$ ليست ثابتة ، فالاهتزازات العرضية للعربة بالنسبة لمحور السكة ، والتغير الذى يحدث فى سرعة الهواء ، والصدمات عند وصلات القضبان يتسبب معها تغيرات فى مقاومة السير . فاذا ما أردنا أن نبقى على فرض وجود عجلة ثابتة أثناء الدحرجة وأدخل فى حساب مقاومة السير المسافة الفعلية المقطوعة والمحددة بالطول $ل_{٢١}$ فاننا نحصل على مقاومة سير وهواء مصححة $م'_{س+هـ}$ تتقارب بدقة أكبر مع مقاومة السير والهواء المتوسط الفعلية عن تلك المحسوبة تبع المعادلة (٣) . ومقاومة السير والهواء المصححة $م'_{س+هـ}$ سوف تستنتج من $م_{س+هـ}$ كما هو مبين فيما يلي: إذا ما فرض أثناء الدحرجة على الطول $ل_{٢١}$ معدل تغير للسرعة بالنسبة للزمن ثابت ، فان عجلة المسير أثناء الزمن $ت_{٢١}$ تصبح :

$$ع = \frac{\frac{ل}{ت_٢} - \frac{ل}{ت_١}}{ت_{٢١} - \frac{ت_١ + ت_٢}{٢}} = \frac{ل \cdot \left(\frac{١}{ت_٢^٢} - \frac{١}{ت_١^٢}\right)}{λ_ل - \frac{(ت_١ + ت_٢)^٢}{٢ ت_١ ت_٢}}$$

فاذا ماحدث تغيير بسيط فى المقدار $λ_ل$ مقداره $\Delta λ$ فانه يحدث تبعا لذلك تغير فى العجلة ع مقداره $\Delta ع$:

$$\Delta ع = \frac{\partial ع}{\partial λ_ل} \cdot \Delta λ \quad ولكن \quad \frac{\partial ع}{\partial λ_ل} = - \frac{ل \cdot \left(\frac{١}{ت_٢^٢} - \frac{١}{ت_١^٢}\right)}{\left(λ_ل - \frac{(ت_١ + ت_٢)^٢}{٢ ت_١ ت_٢}\right)^٢}$$

$$\therefore \triangle \text{ع} = - \frac{\text{ل} \cdot \left(\frac{1}{\text{ت}_2^2} - \frac{1}{\text{ت}_1^2} \right)}{\left(\lambda_{\text{ل}} - \frac{(\text{ت}_1 + \text{ت}_2)^2}{2\,\text{ت}_1\,\text{ت}_2} \right)^2} \left(\lambda_{\text{ل}} - \lambda_{\text{ت}} \right)$$

$$\frac{\triangle \text{م}_{\text{س+هـ}}}{\text{م}_{\text{س+هـ}}} = - \frac{1000\, \triangle \text{ع}}{\text{م}_{\text{ل}} - 100\,\text{ع}} = - \frac{100\, \frac{\triangle \text{ع}}{\text{ع}}}{\text{م}_{\text{ل}} - 100\,\text{ع}}$$

$$= \frac{(\lambda_{\text{ل}} - \lambda_{\text{ت}})\, 100\,\text{ع}}{\left(\lambda_{\text{ل}} - \frac{(\text{ت}_1 + \text{ت}_2)^2}{2\,\text{ت}_1\,\text{ت}_2} \right) (\text{م}_{\text{ل}} - 100\,\text{ع})} = \eta \qquad (٢٨)$$

$$\triangle \text{م}_{\text{س+هـ}} = \eta \cdot \text{م}_{\text{س+هـ}}$$

$$\therefore \text{م}'_{\text{س+هـ}} = \text{م}_{\text{س+هـ}} + \triangle \text{م}_{\text{س+هـ}} = \text{م}_{\text{س+هـ}} (1 + \eta)$$

واشارات المقادير العددية ع ، $\triangle \lambda$ ، $\triangle$ع ، $\triangle \text{م}_{\text{س+هـ}}$ ، η تتضح من جدول (٨)

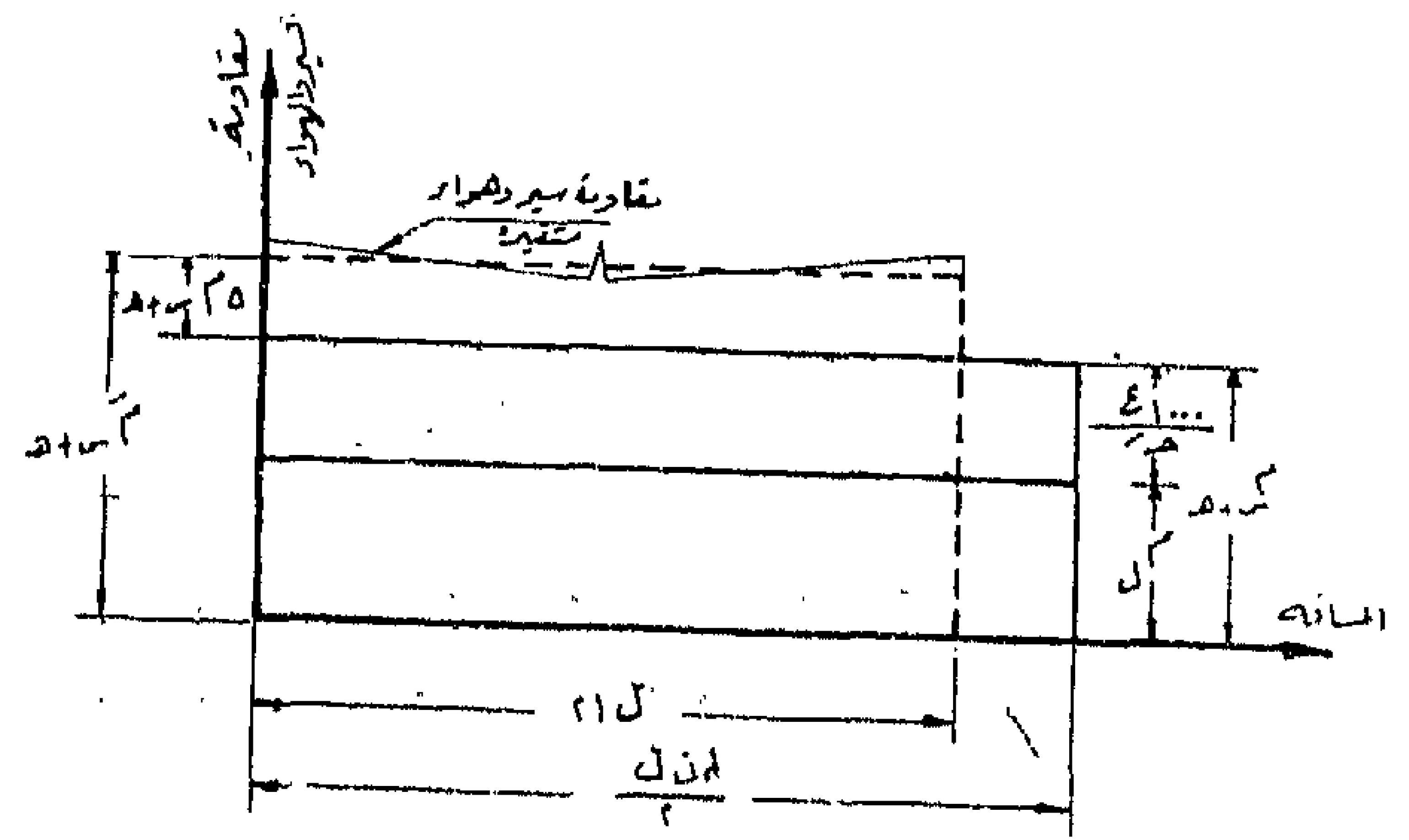
جدول (٨) إشارات المقادير العددية ع ، $\triangle \lambda$ ، $\triangle$ ع ، $\triangle \text{م}_{\text{س+هـ}}$: η

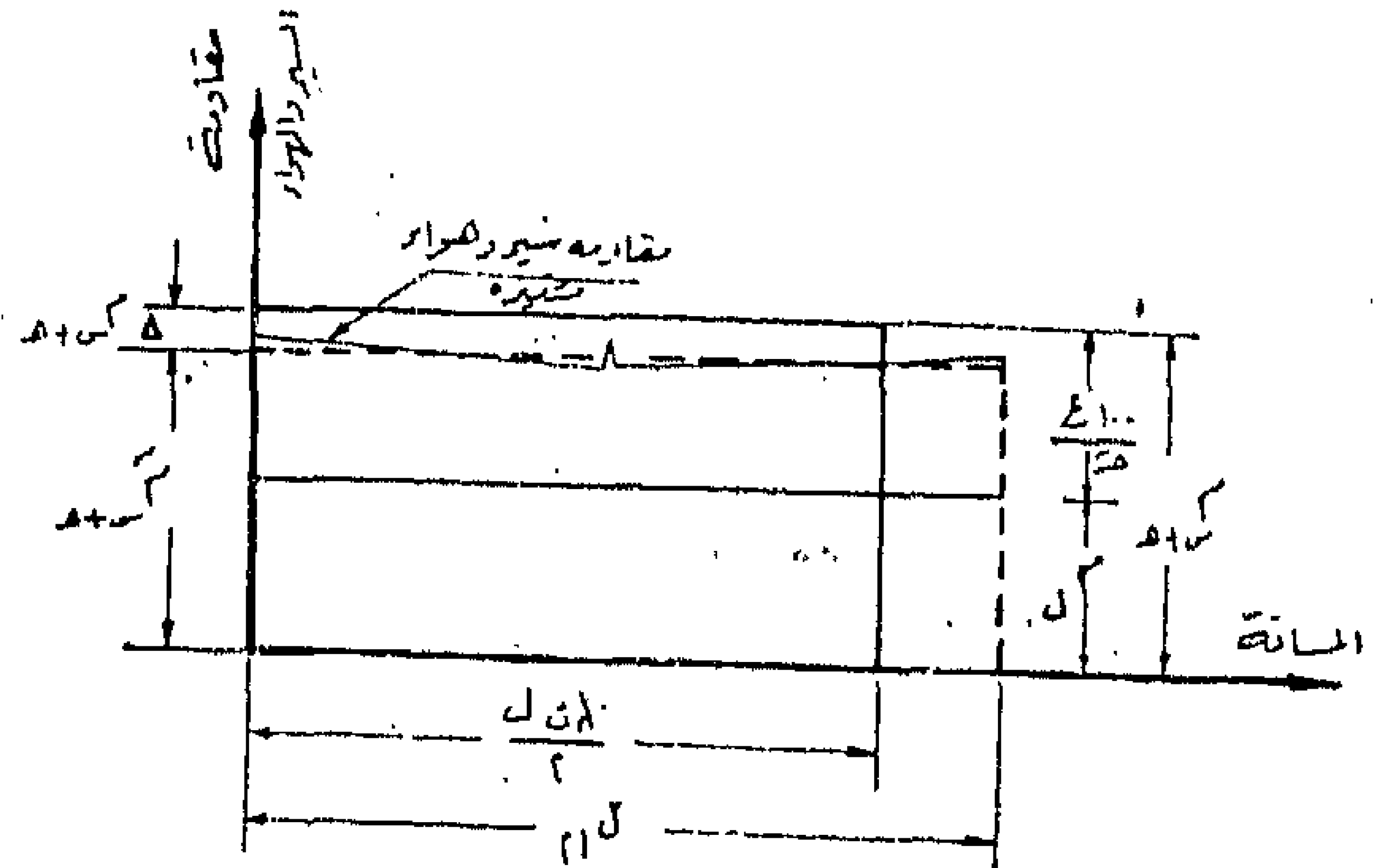
معلوم			مستنتج		
رقم الحالة	ع	$\triangle \lambda$	$\triangle$ ع	$\triangle \text{م}_{\text{س+هـ}}$	η
١	−	−	−	+	+
٢	−	+	+	−	−
٣	+	−	+	−	−
٤	+	+	−	+	+

وشكل (١٥) عبارة عن كروكى يوضح بيانيا العلاقة بين مقاومة السير $\text{م}_{\text{س+هـ}}$ ، $\text{م}'_{\text{س+هـ}}$ وذلك فى حالة دحرجة العربات بعجلة تناقصية .

وقد أوضحت سفريات تجريبية أجريت على احدى عشر عربة مختلفة الطراز والحمولة والتى سمح فى كل تجربة منها بدحرجة احدى العربات مرتين تحت نفس الظروف على سكك قياس مختلفة من حيث الطول والجودة أن قيمة المقدار $\triangle \lambda$ وبالتبعية قيمة المعامل η يتزايد طرديا مع زيادة الطول $\text{ل}_{1،2}$ ، ورداءة السكة التى يسببها زيادة أو نقص الاتساع عن مقداره العادى ، أو عدم تواجد سطح القضبان فى مستوى واحد وكثرة الوصلات وخلافه .

وقد كانت فى كل هذه السفريات التجريبية





شكل(١٥): كروكى يوضح العلاقة بين ... في حالة عجلة تناقصيه

التى اجريت كل منهما مرتين لا يزيد قيم المقدار $\triangle \lambda$ عن ٦ ولهذا وللاحتياط بحيث يؤخذ فى الاعتبار عند تقييم النتائج تجارب خالية من الغلط تماما فقد حذفت التجارب التى اعطت قياساتها قيمة للمقدار $\triangle \lambda >$ ٦، والتى يمكن اعتبارها أنها تجارب ذات نتائج مستبعدة نشأت عن الغلط الذى ربما حدث أثناء قراءة أجهزة قياس الزمن أو أثناء رصدها فى النماذج المعدة لذلك، كما أن هناك احتمال لمصدر غلط كبير وذلك بأن يترك الخطاف الخاص بربط العربات ببعضها بدون رفعه وتثبيته إلى أعلا أثناء اجراء التجربة وبذلك يقطع الشعاع الصادر من اللمبة إلى الخلية الضوئية بواسطة الخطاف وليس بشفة العجلة وحيث أن الخطاف أثناء الدحرجة يهتز اهتزازا كبيرا فانه يسبب تقصير أو تطويل كبير نسبيا للاطوال $ل_١$ ، $ل_٢$.

والمقادير η حسبت تبعا للمعادلة(٢٨) للتجارب التسعة المذكورة فى البند السابق ورصدت هذه القيم فى عمود ١٧ من جدول (٧) وفى الأعمدة ١٨، ١٩ حسبت مقاومة السير والهواء تبعا للمعادلة(٣) وبالتالى مقاومة السير والهواء المصححة تبعا للمعادلة (٢٩) .

البند السادس : تقييم نتائج القياسات :

لقد أجريت القياسات على ٦٧٠ سفرية عند درجات حرارة مختلفة وبشرط ألا تزيد سرعة الريح عن ١٠ م/ث . ولقد تمت العمليات الحسابية لاستنتاج قيم مقاومات السير فى مركز الحسابات الألكترونى ببودابست والتابع لاكادمية العلوم المجرية ، ولقد كانت ١٥ ٪ فقط من هذه التجارب سرعة الريح النسبية بها أكبر من ٦م/ث ، منها ٢٫٠٪ كانت سرعة الريح النسبية تساعد على دحرجة العربات والباقى وقدرة ١٤٫٩٨٪ سرعة الريح النسبية بها مضاده لحركة دحرجة العربات . ومن التجارب الكلية والتى عددها ٦٧٠ تجربة لم يوفى عدد ٦١ تجربة شرط $\triangle \lambda$ المذكور فى بند(٥) وقد حذفت هذه التجارب عند تقييم النتائج ، وباقى التجارب وعددها ٦٠٩ كانت ١٫٥٪ منها قيم $\triangle \lambda$ بها أكبر من ٤، ٤٫٧٪ منها قيم $\triangle \lambda$ بها أكبر من ٢، ١٠٫٥٪ منها قيم $\triangle \lambda$ بها أكبر من ١ . ومن عدد ٦٠٩ تجربة اتضح أن ١١ ٪ منها لها قيم η أكبر من ١٪ .

ونتائج مقاومات السير المحسوبة والمصححة بصورة نهائية قيمت مرتين تبعا لعاملين أولهما

درجات الحرارة، والثانى حمل المحور وذلك لكل من العربات ذات محاور طراز ارتكاز مباشر وأخرى ذات طراز ارتكاز برولمانات بلى . وعند تقييم النتائج حسب درجات الحرارة قسمت مقاومات السير إلى ثلاث مجموعات وذلك لدرجات حرارة تتفاوت فى المجموعة الأولى من — ٣°م لغاية صفر°م، وفى المجموعة الثانية من ١°م لغاية ١٣°م، وفى المجموعة الثالثة من ١٤°م لغاية ٣٠°م . وفى شكل (١٦ — أ) مبين خطوط التكرار لمقاومات السير المختلفة للعربات ذات محاور طراز ارتكاز مباشر ،وفى شكل (١٦—ب) للعربات ذات محاور طراز ارتكاز برولمانات بلى . وقد بين تحت خطوط التكرار هذه المنحنيات التجميعية لكل منها . ولقد كان عدد العربات ذات محاور طراز ارتكاز مباشر ٥٠٧ عربة، وتلك ذات طراز ارتكاز على رولمانات بلى ١٠٢ عربة ، أى أن نسبة العربات التى بها محاور طراز ارتكاز مباشر إلى تلك ذات طراز ارتكاز على رولمانات بلى هى ٨٣,١١ : ١٦,٨٩ . ومقاومات السير المتوسطة لمجموعة من العربات التى محاورها من هذين الطرازين بالنسبة المذكورة حسبت من شكل (١٦—أ،ب) وقد بينت خطوط التكرار ومنحنيات التجميع الكلية لها فى شكل (١٦—حـ).

وفى شكل (١٧) قيمت نفس النتائج السابقة تبعا لاوزان المحاور وذلك تحت أربعة مجموعات ، فالمجموعة الأولى تحتوى مقاومات السير لأوزان محاور بين ٣,٥ لغاية ٨ طنا والثانية لأوزان محاور من ٩ لغاية ١٢ طنا والثالثة من ١٣ لغاية ١٥ طنا والرابعة من ١٦ لغاية ٢٠ طنا . وقد قيمت النتائج فى هذه الحالة كذلك منفصلة لكل من المحاور ذات طراز ارتكاز مباشر تحت شكل (١٧—أ) وللمحاور ذات طراز ارتكاز برولمانات بلى تحت شكل (١٧—ب) وللمجموعة من العربات تحتوى للطرازين بالنسبة السابقة تحت شكل (١٧—حـ).

البند السابع : اختيار مقاومات السير المناسبة كأساس لبحث ديناميكية القمة :

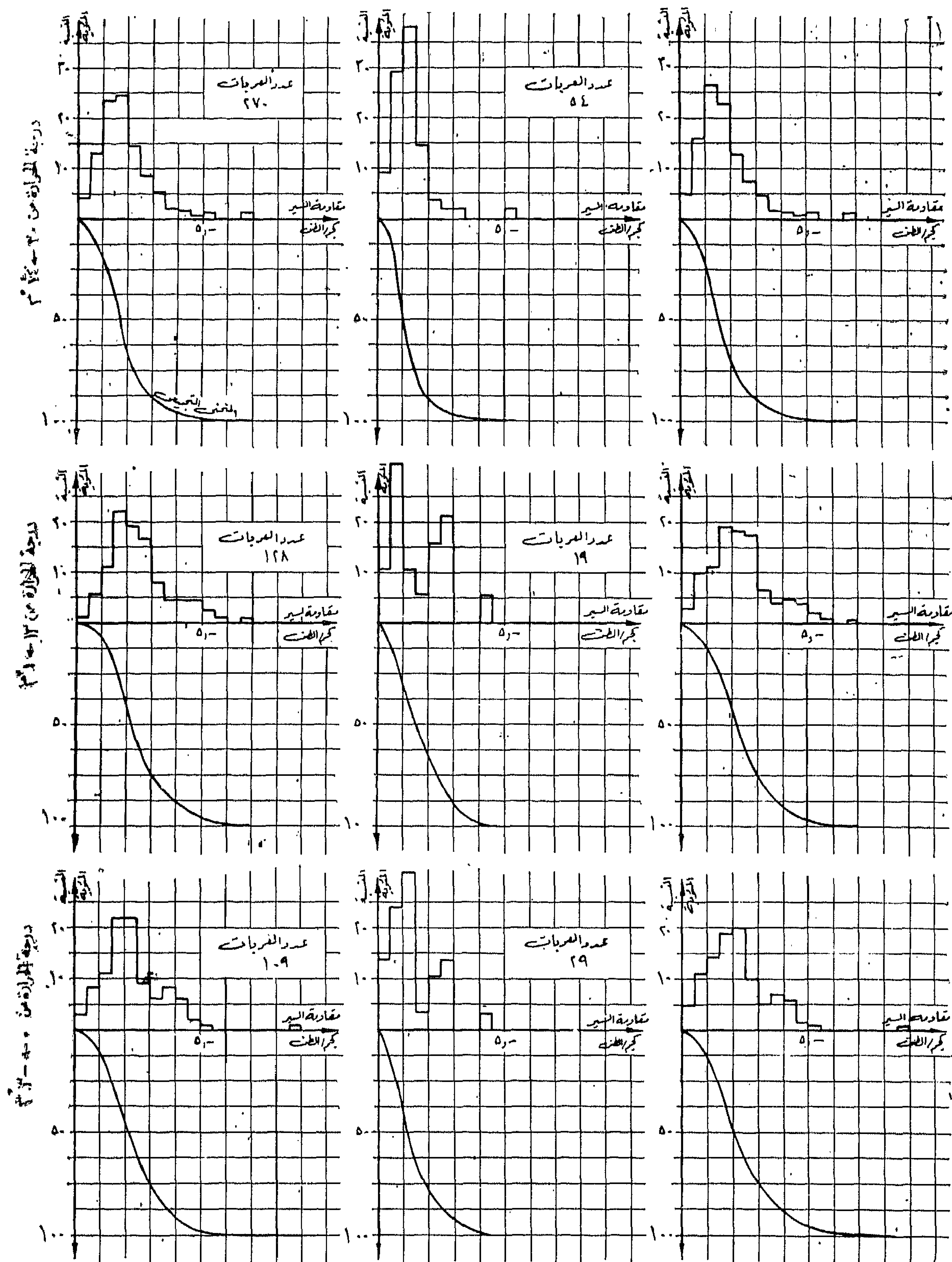
تستخدم مقاومات السير عند بحث ديناميكية القيمة بغرض استنتاج المقدارين الهامين التاليين :

(ا) ارتفاع القمة المناسبة ،

(ب) سرعة التدفيع على القمة .

ويتضح من البند السابق أن مقاومات السير تختلف اختلافا كبيرا ، وعليه فانه يصبح من المهم أن نتساءل أى المقاومات يمكن فرضها كأساس لحساب المقدارين السابقين ، وفيما يلى لن يتبع للوصول إلى هذا الغرض فرض Gottschalk والسابق بيانه فى بند (٢) ، ولكن سوف تعتبر الصعوبات التى تنشأ بمنطقة القمة عند التشغيل إذا ما أختيرت مقاومات غير مناسبة هى الأساس للوصول للاجابة على هذا التساءل ، وسوف تستعمل فى هذا المجال نظريات الاحتمال بتطبيقها على دحرجة العربات بمنطقة التوزيع فى بداية مجموعة الفرز .

وسوف يوضح أولا طريقة اختيار مقاومة السير المناسبة لحساب ارتفاع القمة . فاذا ما كانت القمة قليلة الارتفاع فان العربات ذات مقاومات السير الكبيرة سوف تقف بمنطقة التوزيع وبناء عليه فان كفاءة القمة تهبط ، وعلى عكس ذلك إذا ما كانت القمة كبيرة الإرتفاع فان كفاءة القمة سوف ترتفع ، غير أن العربات ذات المقاومات القليلة سوف تصل إلى نهاية مجموعة



هـ) محاور ذات طراز إرتكاز مباشر وعلى رلمانات بلى — ب) محاور ذات طراز إرتكاز على رلمانات بلى — أ) محاور ذات طراز إرتكاز مباشر

مباشر = ٨٢١١ر.
على رلمانات بلى = ١٦٨٩ر.

شكل (١٦) : خطوط تكرار مقاومات السير ومنحنيات تجميعها معطاه بالنسبة المئوية، التقييم حسب درجات الحرارة وطراز إرتكاز المحاور.

عدد العربات ١٣٢ | عدد العربات ٢٦

عدد العربات ١٣١ | عدد العربات ١٢

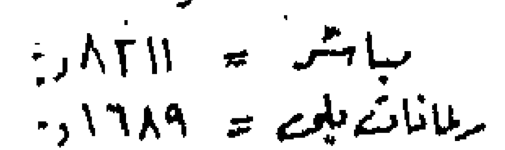
عدد العربات ١٣٠ | عدد العربات ١٠

عدد العربات ١١٤ | عدد العربات ٥٤

أ) محاور ذات طراز إرتكاز مباشر

ب) محاور ذات طراز إرتكاز على رطانات بلى

جـ) محاور ذات طراز إرتكاز مباشر وعلى رطانات بلى

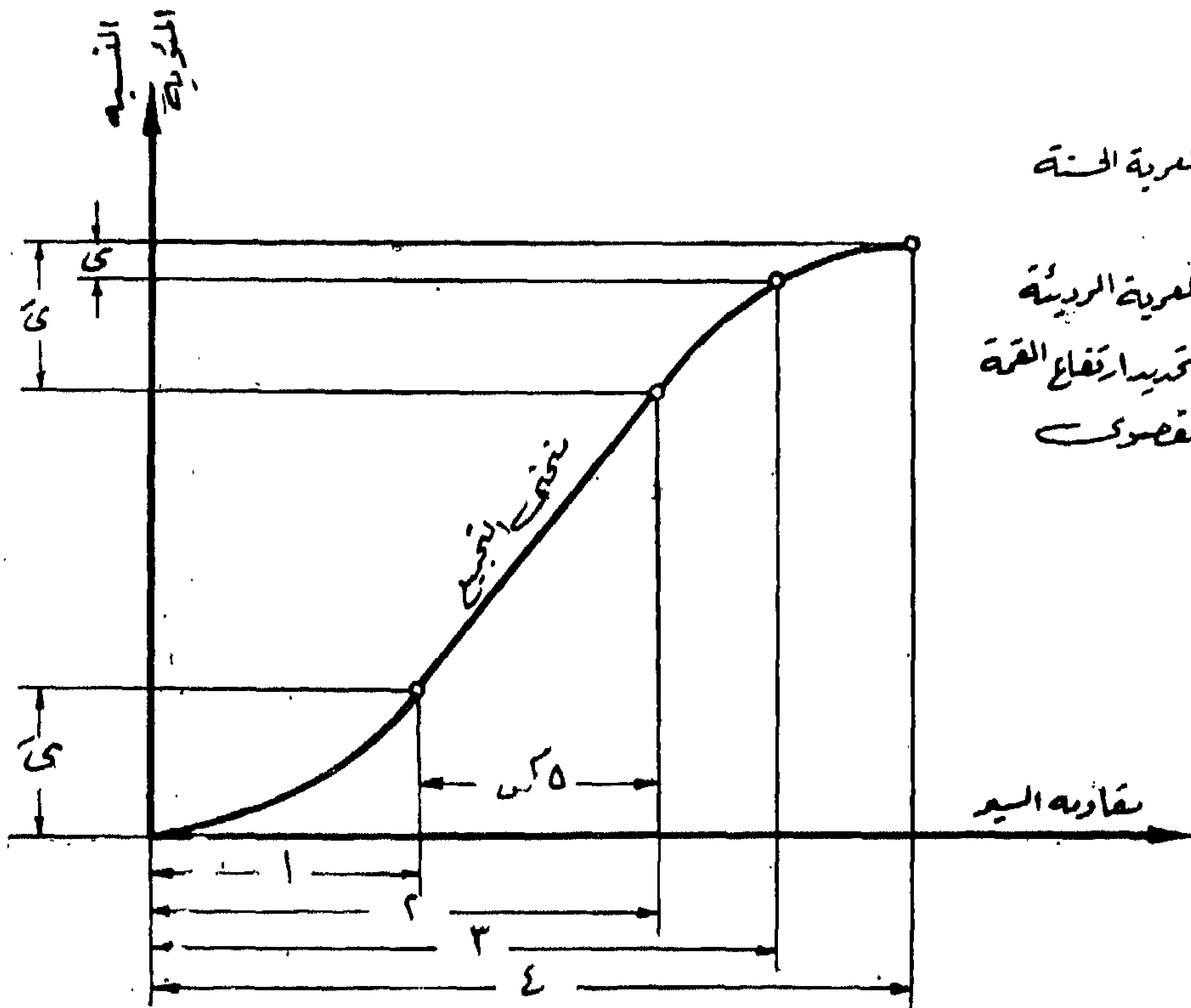

مباشر = ٨٢١١ر٠
رطانات بلى = ١٦٨٩ر٠

شكل (١٧) : خطوط التكرار ومنحنيات التجميع لمقاومة السير معطاه بالنسبة المئوية ، التقييم حسب حمولة المحاور وطراز الارتكاز .

الفرز بسرعة كبيرة ، وهذا يعنى أن الشغل الكلى المبذول لفرملة العربات أسفل القمة أو فى بداية مجموعة الفرز أو نهايتها سوف يصبح كبيرا .

فاذا كان من المرغوب فيه ألا تقف أى عربة فى منطقة التوزيع ، أى أن كفاءة القمة المطلوبة اعلاما ممكن ، فانه بالتبعية يجب تحديد ارتفاع القمة بحيث يؤخذ فى الاعتبار قيمة مقاومة السير القصوى بالمنحنى التجميعى ، وارتفاع القمة يحسب فى هذه الحالة بحيث يعطى طاقة وضع تمكن هذه العربات من الاستمرار فى الدحرجة بحيث تصل إلى نقطة فدو آخر مفتاح فى منطقة التوزيع . وإذا كان من المرغوب فيه أن نقلل من الشغل الكلى المبذول بواسطة الفرامل وكذلك من الخسائر التى تحدث نتيجة فرملة العربات بشدة (فى حالة مجموعات الفرز ذات الطول النافع القليل ، وفى محطات الفرز التى ليس بها فرامل سكة وكذلك ذات الكفاءة القليلة ، وفى مجموعات التستيف) فانه يجب الأخذ فى الاعتبار تقليل الكفاءة . فاذا فرض عدد العربات التى يسمح لها بالتوقف بمنطقة القمة بالمقدار ن كل ١٠٠٠ عربة فان نسبة التخفيض المؤية ى من مقاومة السير القصوى تصبح $\frac{ن}{١٠}$ كما يتضح ذلك من شكل (١٨) .

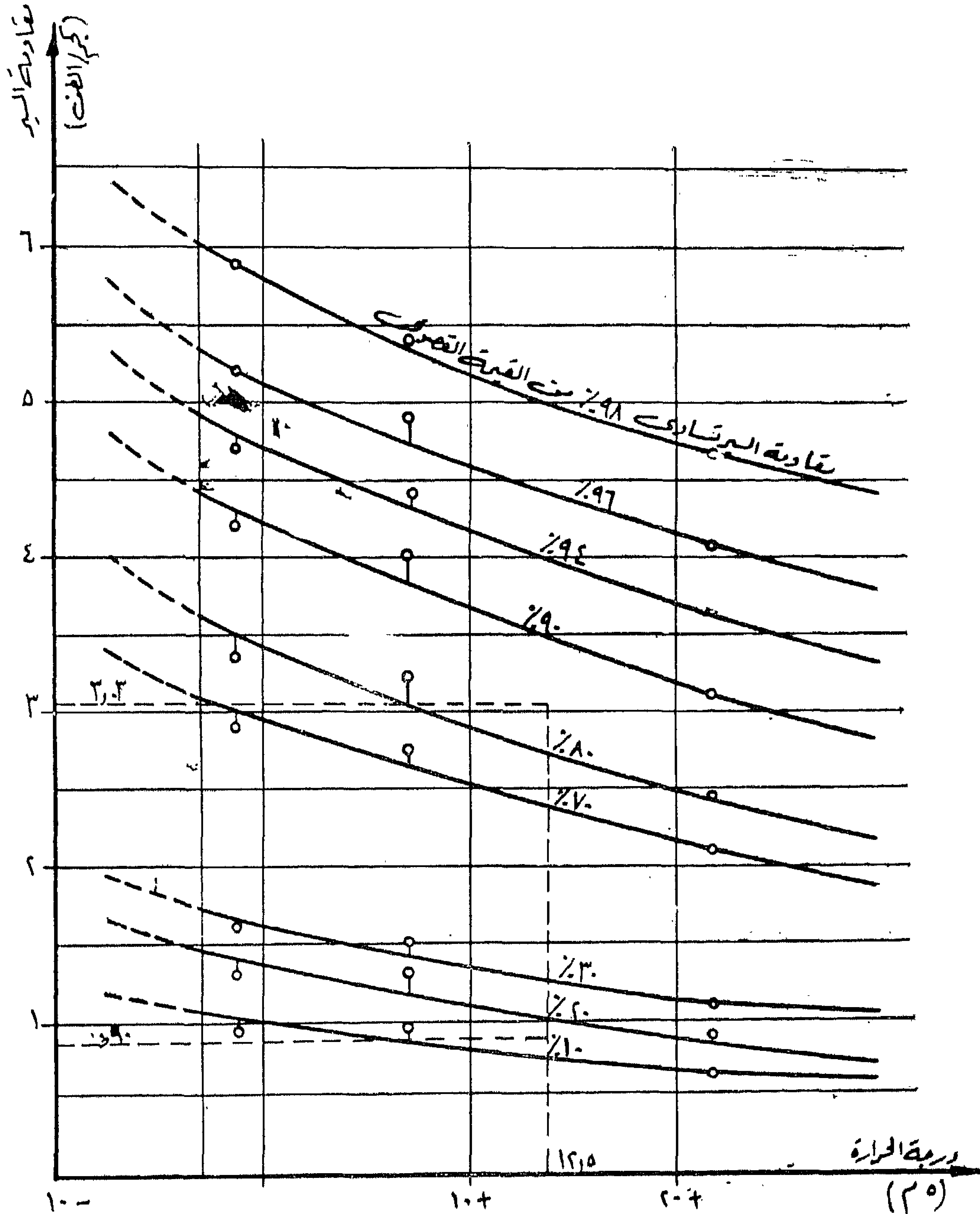
وبناء على ذلك بغرض تحديد ارتفاع القمة فانه قد قرأت من المنحنيات التجميعية الموجودة باشكال (١٦—حـ) ، (١٧—حـ) مقاومات السير التى تناظر قيم ى تساوى ٢،٤،٦٪ ، ومثلت



شكل (١٨) : اختيار مقاومة السير م س المناسبه لبحث ديناميكية القمة

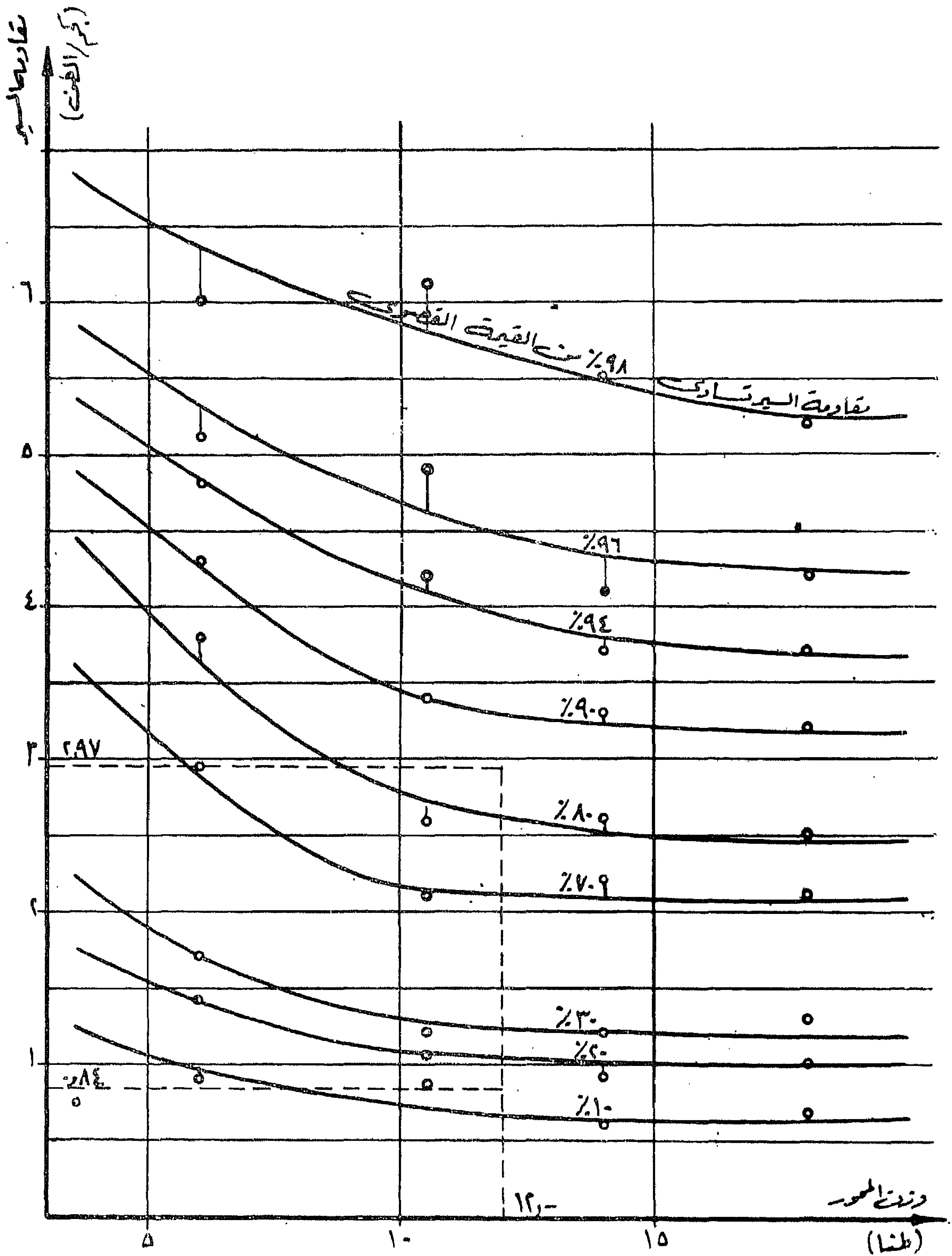
العلاقة بين هذه المقاومات ودرجات الحرارة بيانيا فى شكل (١٩) ، والعلاقة بين هذه المقاومات واحمال المحاور بيانيا فى شكل (٢٠) .

ولاستنتاج سرعة التدفيع فان أساس الحسابات هو تأمين فصل عربتين يتدحرجان وراء بعضهما وتدخلان فى سكتين متجاورتين . فاذا ما كان ميل المنحدر بالقمة ٥٠ ..٪ وسن ابرة أول مفتاح



شكل (١٩) : مقاومات السير لبحث ديناميكية القمة معطاه حسب درجات الحرارة

(٨٣٫١٠٪ محاور ذات طراز ارتكاز مباشر ، ١٦٫٨٩٪ محاور ذات طراز ارتكاز برلمانات بلى)



شكل (٢٠) : مقاومات السير لبحث ديناميكية القمة معطاه حسب أحمال المحاور

(٨٣,١٠٪ محاور نهايات طراز ارتكاز منبا سر ، ١٦,٨٩ محاور ذات طراز ارتكاز بر لمانات بلى)

يبعد عن نهاية منحنى الاستدارة الرأسى بالقمة بمسافة ٤ مترا فانه يمكن الفصل عند سن أبرة أول مفتاح أيضا فى حالة ما إذا تلت عربة ذات مقاومة حسنة أخرى ذات مقاومة رديئة (تبعا لفرض Gottschalk) وذلك إذا ما ارتفعت سرعة التدفيع لغاية ٢م/ث[١١]. مثل سرعة التدفيع هذه تعتبر عالية جدا . فاذا ما تلت عربة ذات مقاومة قليلة عربة ذات مقاومة رديئة تدفعان بسرعة ≥ ٢ متر / الثانية فان الفترة الزمنية بينهما عند مجموعة المفاتيح الأولى أسفل القمة تعتبر كافية لتحريك المفاتيح من وضع لآخر . وهذه الفترة الزمنية تقل تدريجيا مع المسافة المقطوعة وتبلغ عند آخر مجموعة من المفاتيح لمنطقة التوزيع قيمتها الصغرى . ويتضح من ذلك أن الحاكم لتحديد سرعة التدفيع تأمين فصل العربات عند آخر مجموعة من المفاتيح بمنطقة التوزيع .

فاذا ما استنتجت سرعة التدفيع بفرض أن العربات جميعها يجب أن تفصل بامان عند مجموعة المفاتيح الأخيرة بمنطقة التوزيع ، فانه يجب اعتبار مقاومات السير للعربات الرديئة والعربات الحسنة هى أقصى وأقل قيم معطاة فى منحنيات التجميع الكلية . وعليه فان سرعة التدفيع وبالتالى كفاءة القمة سوف تهبط بدرجة كبيرة ، وفى الحقيقة إذا لم تتوافر ظروف خاصة فانها تعتبر حالة نادرة الحدوث ، ان تتواجد عربتين متتاليتين تقصدان سكتين متجاورتين وكذلك لهما أقصى فرق بين مقاومات السير .

فاذا ما فرضنا هنا أيضا عدد نَ من العربات خاطئة المقصد عند مجموعة المفاتيح الأخيرة (أى عربة تدخل فى سكة فرز خلاف السكة المقررة لها) بكل ١٠٠٠ عربة فانه يمكن حساب النسبة المؤية المناظرة ى′ ، شكل (١٨) ، لتقليل مقاومة السير القصوى وبالتالى لتكبير مقاومة السير الصغرى تبعا لنظريات الاحتمال ، وسوف يستعمل لهذا الغرض النظرية المعروفة باسم «الاحتمالات المركبة » ، فاذا كان احتمال حدوث حدث ما مستقل هو $ح_١$ ، واحتمال حدوث حدث آخر مستقل كذلك أى ليس له علاقة بالأول هو $ح_٢$ ، واحتمال حدوث حدث ثالث مستقل أى ليس له علاقة بالحدثين السابقين هو $ح_٣$ ، ... ، ... فان احتمال حدوث هذه الأشياء جميعها دفعة واحدة هو :

$$= ح_١ \times ح_٢ \times ح_٣ \times \ldots$$

واحتمال حدوث أى واحدة منها هو :

$$= ح_١ + ح_٢ + ح_٣ + \ldots$$

وحساب المعامل ى′ من العدد المفروض ن′ للعربات خاطئة المقصد حسب هذه النظرية سوف يوضح فيما يلى وذلك بالنسبة لمنطقة تفريعات شعبية شكل (٢١) حيث أن هذا النوع من التفريعات يعطى أقل طول لمنطقة التوزيع وبالتالى أكبر سرعة تدفيع . فاذا ما كان عدد سكك الفرز هو أ ، وإذا ما فرض أن توزيع العربات على سكك الفرز يعتبر متساويا فان احتمال اتجاه عربة متواجده على القمة إلى احدى سكتين متجاورتين محددتين [٩ ، ١٠] هو :

$$ح_١ = \frac{٢}{أ}$$

واحتمال اتجاه عربة تالية إلى السكة الثانية من السكتين المتجاورتين والمحددتين سابقا هو :

$$ح_٢ = \frac{١}{أ}$$

وعليه فان احتمال تواجد فصل عند سن مفتاح معين متواجد فى المجموعة الأخيرة هو :

$$\text{ح}_{١} \times \text{ح}_{٢} = \frac{٢}{\text{أ}} \times \frac{١}{\text{أ}} = \frac{٢}{\text{أ}^{٢}}$$

واحتمال تواجد فصل عند أى مفتاح فى المجموعة الأخيرة هو :

$$\text{ح}_{١} \times \text{ح}_{٢} \times \frac{\text{أ}}{٢} = \frac{١}{\text{أ}}$$

ومن جهة أخرى فان احتمال أن عربة لها مقاومة سير محددة يمكن قراءته مباشرة من خط التكرار . فاذا مارمزنا للنسبه المئوية المقروءة من خط التكرار لمقاومة السير هذه بالرمزهـ' فان درجة الاحتمال :

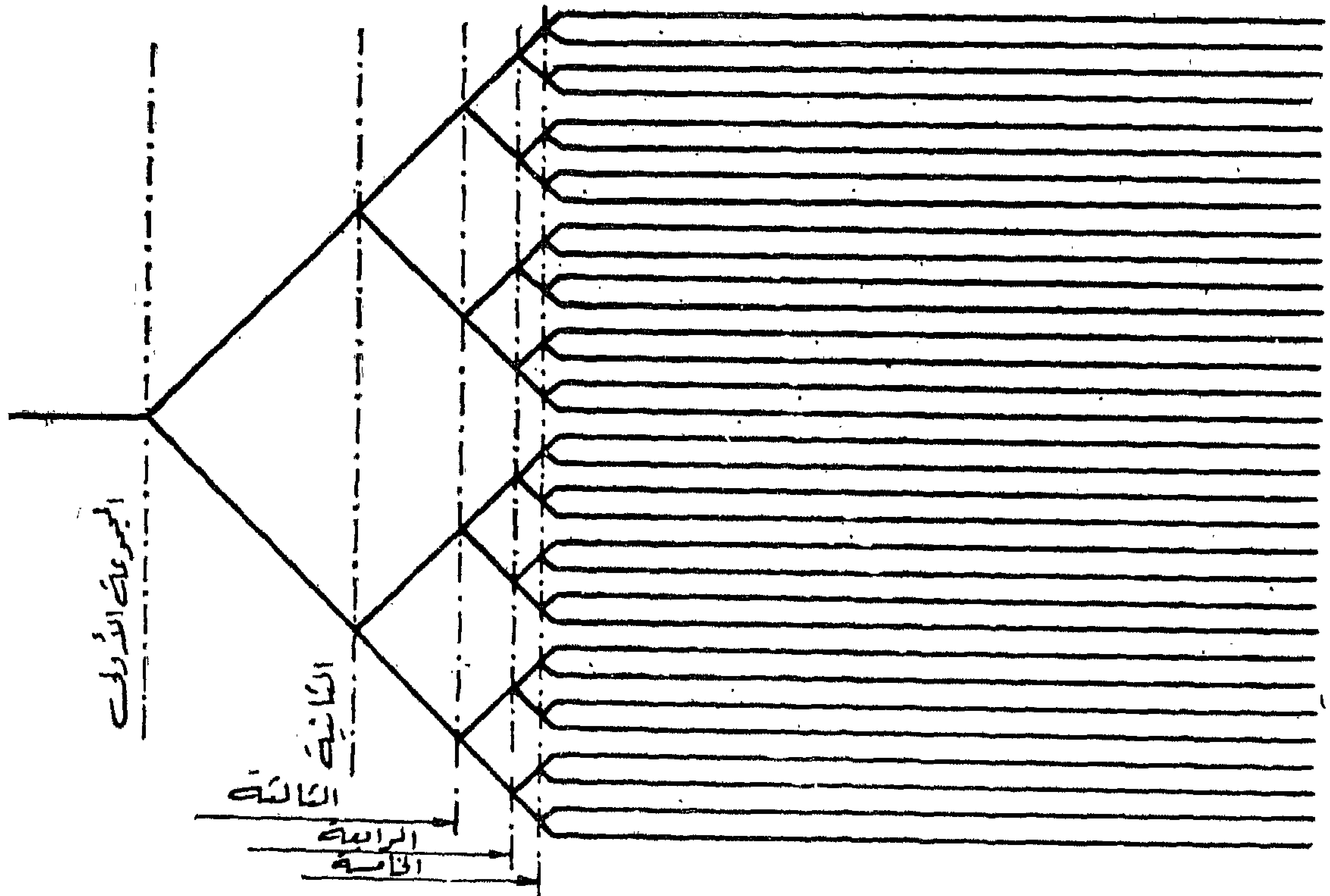
$$= \frac{\text{هـ}'}{١٠٠}$$

فاذا ما أردنا حساب درجة احتمال حالة يتوافر فيها أن العربة السابقة لها فرق مقاومة سير عن مقاومة سير العربة اللاحقة $\geq \triangle$مس فانه يجب تجميع كل الحالات بخط التكرار التى يحدث فيها ذلك ، وعليه فان احتمال حدوث حالة أن عربة حسنة تتبع عربة سيئة بفرق فى مقاومة السير $\geq \triangle$مس تصبح :

$$\sum_{\text{مس = صفر}}^{\text{مس أقصى}} \frac{\text{هـ}'}{١٠٠} \times \frac{\sum \text{هـ}''}{١٠٠} = \text{ح}_{٣}$$

حيث $\sum$هـ'' هى مجموع النسب المئوية المأخوذة من خط التكرار لمقاومة السير الثانية .

وكما يتضح من شكل (١٦) فان اتجاه خطوط التكرار يختلف باختلاف درجات الحرارة ،



شكل (٢١) : كروكى لمنطقة تفريعات شعبية لعدد ٣٢ سكة فرز

فالخط فى منطقة درجات الحرارة العالية يميل على الأفقى بدرجة أكبر منها فى حالة درجات الحرارة المنخفضة ، كما أن امتداده على المحور الأفقى فى درجات الحرارة العالية أقصر منه فى حالة درجات الحرارة المنخفضة . فاذا كانت △م‌س معلومة فان خط التكرار ذو الميل الكبير والامتداد القصير على الأفقى يعطى درجة احتمال ح٣ أقل من خط التكرار ذو الميل القليل والامتداد الكبير .

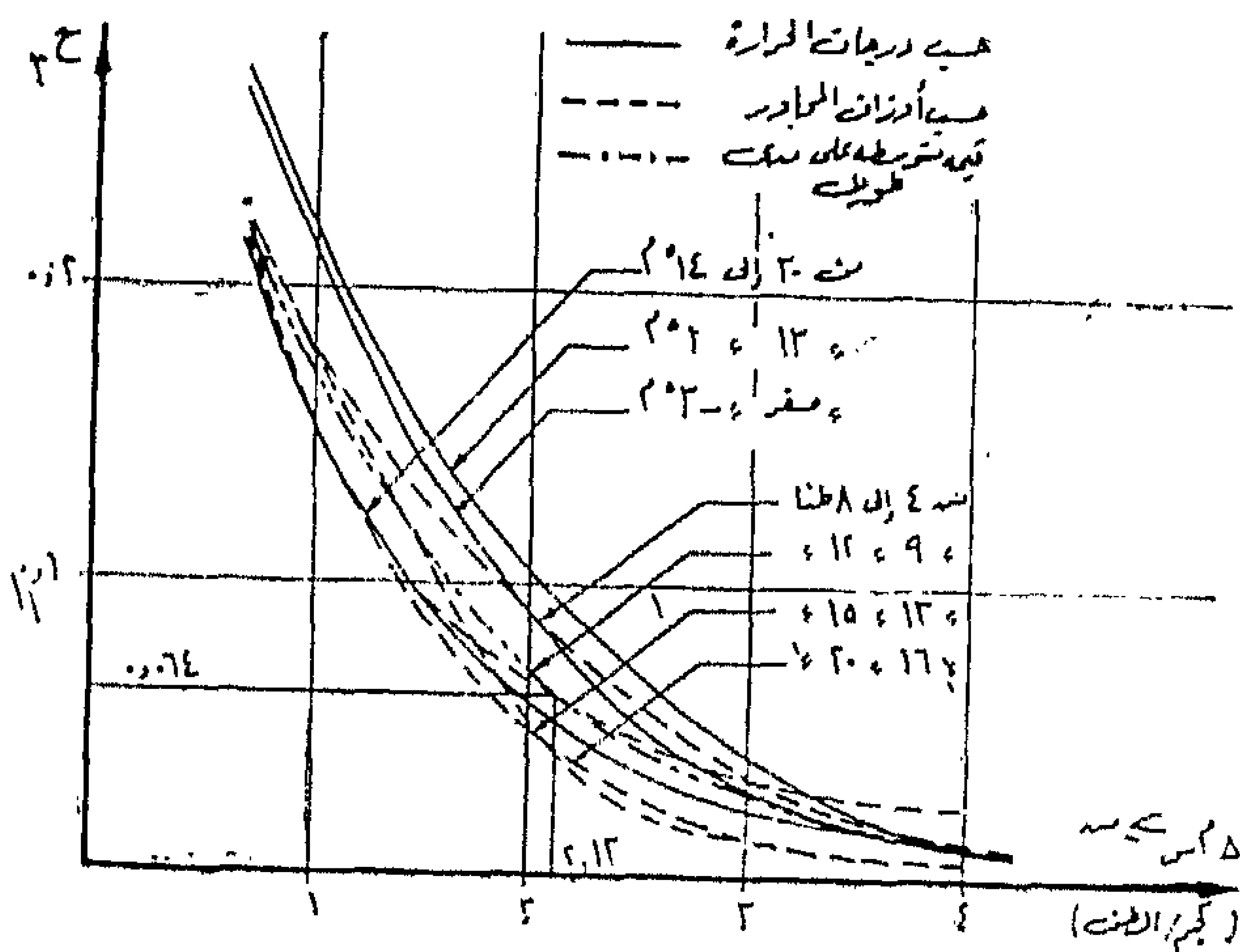
وكمثال عددى سوف يحسب فيما يلى درجة الاحتمال من خط تكرار المنطقة المتوسطة لدرجات الحرارة ، أى من ١°م لغاية ١٣°م وذلك لعربتين متتاليتين الأولى ذات مقاومة سير تقل عن مقاومة سير العربة التالية بمقدار △م‌س≥١ (كجم/الطن) :

ح٣= ٠,٠٢٥ (١٩١, + ١٨٣, + ١٧٢,
+ ٠,٠٦٥ + ٠,٠٣٩ + ٠,٠٤٨ + ٠,٠٣٩
+ ٠,٠١٩ + ٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧)
+ ٠,٠٩٩ (٠,١٨٣ + ٠,١٧٢ + ٠,٠٦٥
+ ٠,٠٣٩ + ٠,٠٤٨ + ٠,٠٣٩ + ٠,٠١٩
+ ٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧) + ٠,١٠٩ (٠,١٧٢
+ ٠,٠٦٥ + ٠,٠٣٩ + ٠,٠٤٨ + ٠,٠٣٩
+ ٠,٠١٩ + ٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧)
+ ٠,١٩١ (٠,٠٦٥ + ٠,٠٣٩ + ٠,٠٤٨
+ ٠,٠٣٩ + ٠,٠١٩ + ٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧)
+ ٠,١٨٣ (٠,٠٣٩ + ٠,٠٤٨ + ٠,٠٣٩
+ ٠,٠١٩ + ٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧)
+ ٠,١٧٢ (٠,٠٤٨ + ٠,٠٣٩ + ٠,٠١٩
+ ٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧)
+ ٠,٠٦٥ (٠,٠٣٩ + ٠,٠١٩ + ٠,٠٠٧
+ ٠,٠٠٧)
+ ٠,٠٣٩ (٠,٠١٩ + ٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧)
+ ٠,٠٤٨ (٠,٠٠٧ + ٠,٠٠٧)
+ ٠,٠٣٩ (٠,٠٠٧)
+ ٠,٠١٩ (٠,٠٠٧)
= ٠,٢١٩٢٩٩ ≡ ٠,٢١٩

وباتباع نفس النظام فى الحساب فانه إذا كانت :

△م‌س≥ ٥ر١ كجم/الطن فان ح٣=١٤٦ر٠ ،
△م‌س≥ ٥ر٢ « « « ح٣=٠٥٥ر٠ ،
△م‌س≥ ٥ر٣ « « « ح٣=٠١٦ر٠

وفى شكل (٢٢) مثلث العلاقة بين △م‌س ودرجة الاحتمال ح٣ لمناطق درجات الحرارة الثلاثة بالمثل فقد حسبت العلاقة بين △م‌س ، ح٣ لمقاومات السير المقيمة حسب أوزان المحاور والمعطاه فى شكل (١٧) وقد مثلت هذه العلاقة فى شكل (٢٢) كذلك .



شكل (٢٢) : العلاقة بين △م‌س ودرجة الاحتمال ح٣

غير أن درجة الاحتمال ح٣ والتى يجب استعمالها فى حساب سرعة التدفيع لا يصح أن تؤخذ لدرجة حرارة أو لحمل محور معين ولكن كمتوسط لكل حالات درجات الحرارة واحمال المحاور التى تتواجد على مدى طويل ، وعليه فقد اختير بشكل (٢٢) منحنى يتوسط الأربعة

المنحنيات المعطاه للمناطق الأربعة لاحمال المحاور. يتضح كذلك أن هذا المنحنى المتوسط يتوسط الثلاث منحنيات الباقية بالشكل والمعطاه لمناطق درجات الحرارة ، والسبب فى ذلك هو أن مقاومات السير والتى قيمت بالنسبة لدرجات الحرارة هى نفس مقاومات السير والتى قيمت بالنسبة لأوزان المحاور . وعليه فان اتجاه الدالة $ح_{٣}$ = د ($\leq م_{س}$) لايتوقف على ما إذا كانت مقاومات السير قد قيمت حسب درجات الحرارة أو حسب أوزان المحاور ولكن يتوقف على نسبة كل من قيم مقاومات السير بالنسبة للعدد الكلى والذى يجب أن يحصر على مدى طويل يغطى احتمالات تواجد كل درجات الحرارة وأوزان المحاور .

فاذا أردنا حساب سرعة التدفيع على أساس عدد ن' عربة خاطئة المقصد كل ١٠٠٠ عربة ، فان درجة الاحتمال $ح_{٣}$:

$$ن' = \frac{١}{أ} \times ح_{٣} \times ١٠٠٠$$

أى

$$ح_{٣} = \frac{ن'\ أ}{١٠٠٠}$$

فاذا ما أصبحت $ح_{٣}$ معلومة فانه يمكن من شكل (٢٢) استنتاج قيمة $\triangle م_{س}$ المناظرة لها من على المنحنى المتوسط. وبمعلومية $\triangle م_{س}$ يمكن إجراء الحسابات الديناميكية لتحديد سرعة التدفيع على القمة . وإذا ما أردنا أن نستعمل الطرق المعروفة لحساب سرعة التدفيع على القمة [١٢ ، ١٣ ، ١٤] والتى تستند إلى معرفة مقاومة سير معلومة لكل من العربة الحسنة والعربة الرديئة ، فانه بمعلومية $\triangle م_{س}$ يمكننا تحديد هذه المقاومات وذلك بمساعدة الأشكال (١٩ ، ٢٠) . وقد مثلث العلاقة بين مقاومات السير (والتى قرأت من منحنيات التجميع الكلية من شكل ١٦ ــ حـ) ودرجات الحرارة فى شكل (١٩) وكذلك العلاقة بين مقاومات السير (والتى قرأت من منحنيات التجميع الكلية من شكل ١٧ ــ حـ) وأوزان المحاوز فى شكل (٢٠) للقيم ى = ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ ، وفيما يلى مثال عددى لذلك :

ن' = ٢ عربة

أ = ٣٢سكة

$$ح_{٣} = \frac{٢ \times ٣٢}{١٠٠٠} = ٠٫٠٦٤$$

فاذا قرأنا من على المنحنى المتوسط بشكل (٢٢) قيمة فرق مقاومة السير $\triangle م_{س}$ لدرجة الاحتمال $ح_{٣}$ = ٠٫٠٦٤ فاننا نجد :

$\triangle م_{س}$ = ٢٫١٣ (كجم الطن)

ومن شكل (١٩) فانه على سبيل المثال عند درجة الحرارة ١٢٫٥°م والتى تعتبر متوسط لدرجات حرارة بين — ٥°م + ٣٠°م فانه :

ى' = ١٦ ٪

$م_{س}$ للعربة الرديئة = ٣٫٠٣ (كجم/الطن) .

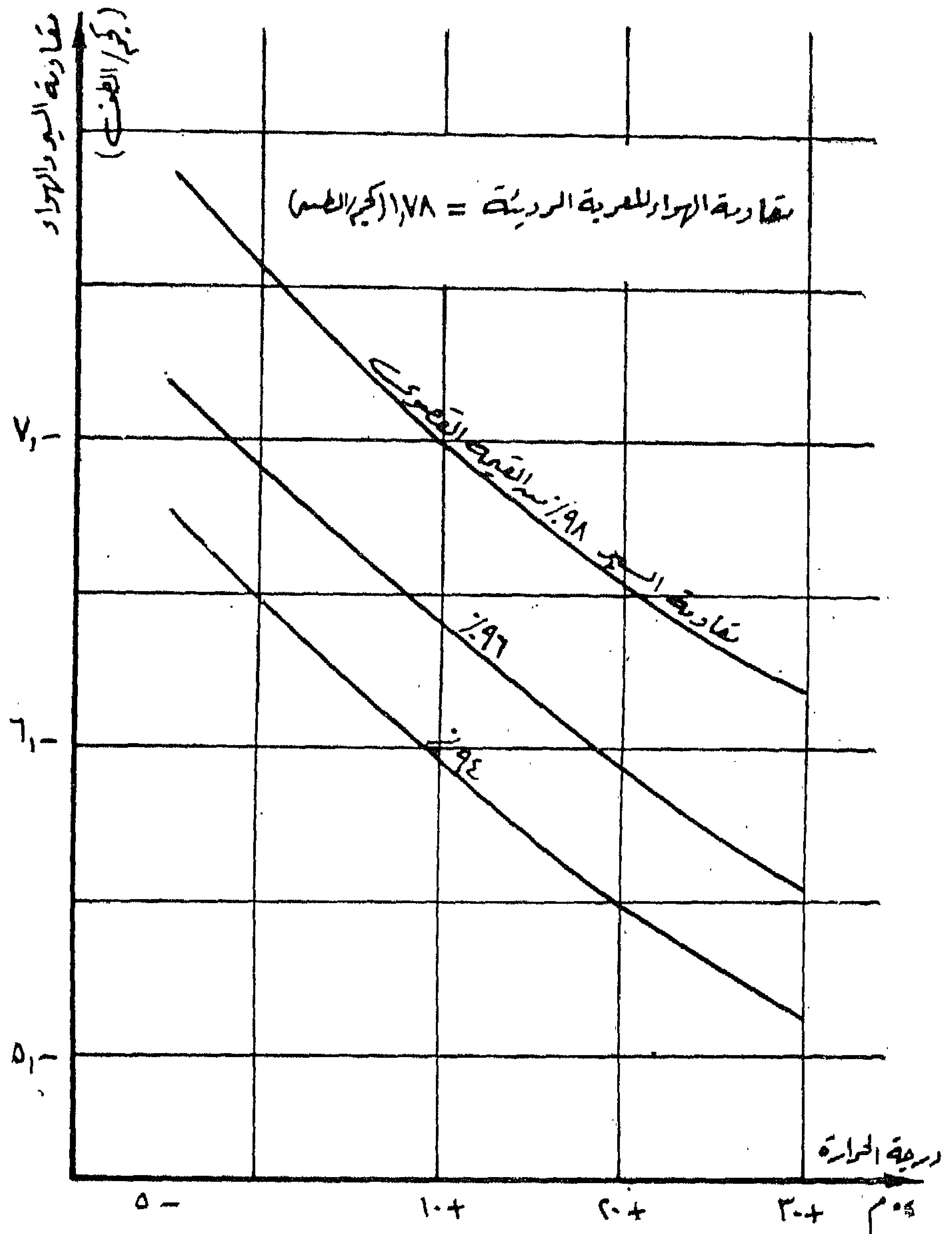
$م_{س}$ للعربة الحسنة = ٠٫٩٠ (٠٠) .

وإذا ما أردنا نسبة قيمة $\triangle م_{س}$ لمقاومات سير قيمت حسب أوزان المحاور فاننا نستطيع أن نقرأ قيم ى' ، $م_{س}$ للعربة الرديئة، $م_{س}$ للعربة الحسنة من شكل (٢٠) . وعلى سبيل المثال كذلك فانه لوزن محور = ١٢ طنا والذى يعتبر قيمة متوسطه لأوزان محاور تتراوح بين ٤ ، ٢٠ طنا نجد أن :

ى' = ١٦ ٪

$م_{س}$ عربة رديئة = ٢٫٩٧ (كجم/الطن).

$م_{س}$ عربة حسنة = ٠٫٨٤ (٠٠٠٠).

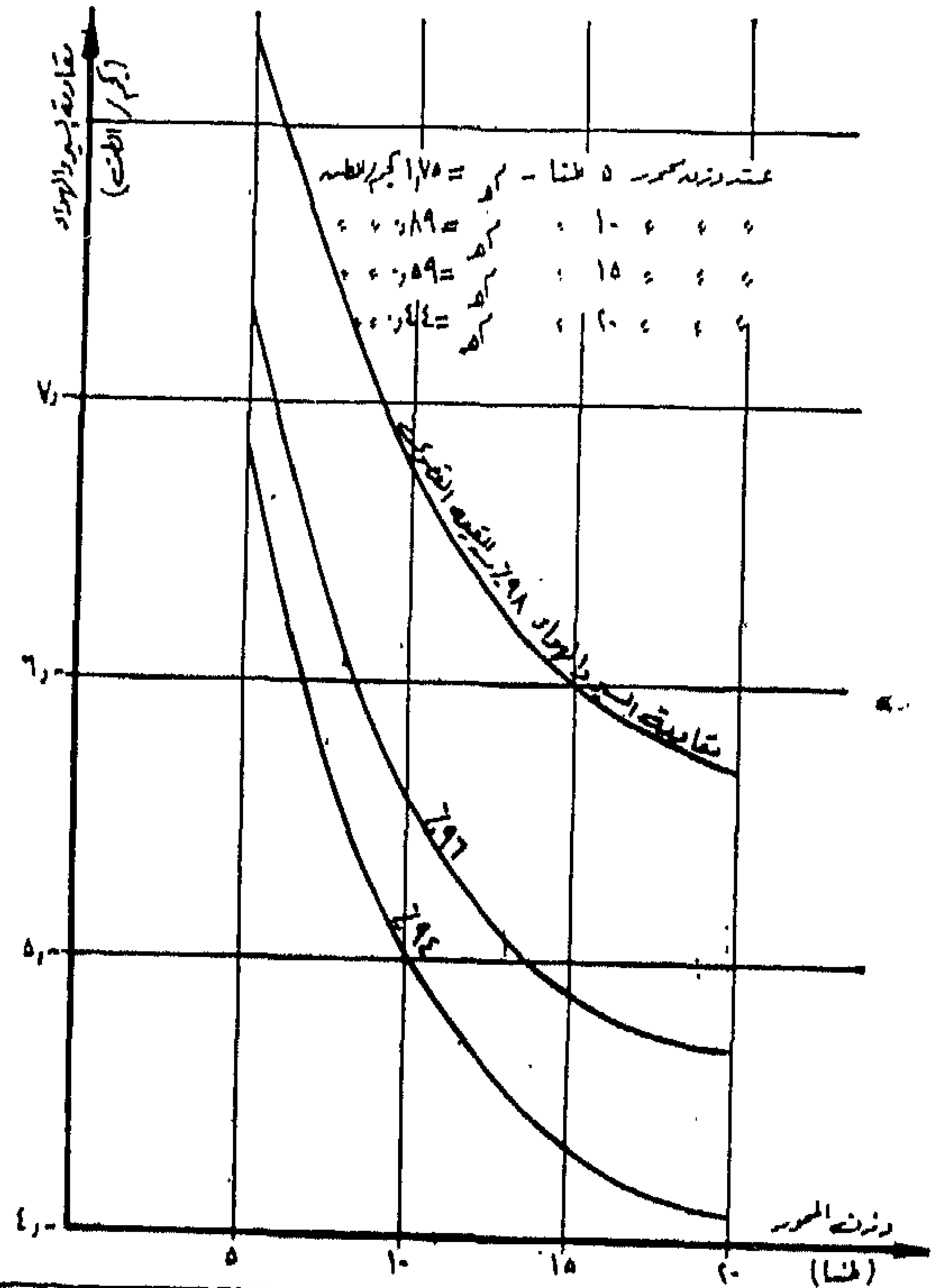


٩٨٪ من القيمة القصوى	٧,٨٥	٧,٥٨	٦,٩٤	٦,٥٤	٦,١٨
٩٦٪ » » »	٧,١٣	٦,٩١	٦,٣٨	٥,٩٣	٥,٥٤
٩٤٪ » » »	٦,٧٥	٦,٤٨	٥,٩٤	٥,٤٨	٥,١٢

شكل (٢٣) : مقاومة السير والهواء مقيمة حسب درجات الحرارة لاستنتاج ارتفاع الفئة

ونود أن نلفت النظر هنا إلى أن تقارب هذه النتائج مع النتائج السابقة لا يصح أن يقودنا إلى تفكير خاطىء ، فالعنصر الحاكم لتعيين سرعة التدفيع هو فى الحقيقة $\triangle م_{س}$ والتى تستنتج بالاستعانة بشكل (٢٢) بعد فرض عدد معين من العربات خاطئة المقصد .

وفى مجال اختيار مقاومة السير المناسبة لبحث ديناميكية السير على القمة فانه يستحسن التذكير بأنه يجب حساب مقاومة الهواء تبعاً لنفس القاعدة



	٥	١٠	١٥	٢٠
٩٨٪ من النهاية العظمى	٨,٣٣	٦,٧٤	٥,٩٩	٥,٦٩
٩٦٪ « « «	٧,٣٥	٥,٥٦	٤,٨٧	٤,٦٩
٩٤٪ « « «	٦,٨١	٥,٠٢	٤,٣٤	٤,١١

شكل (٢٤) : مقاومة السير والهواء حسب أوزان المحاور لاستنتاج ارتفاع القمة

والمعاملات بشكل (١٤) والتى استعملت بالبند (٣) فى حساب مقاومة السير $م_{س}$ من مقاومة السير والهواء $م_{س+هـ}$ ولحساب ارتفاع القمة فانه من المستحسن فرض :

المسطح العرضى من العربة الصندوق المعرض للهواء = ٨,٢٥ م^{2} ،

سرعة ريح مضادة أى معامل مقاومة الهواء = ٠ر٩٤

وهذين الفرضين يعطيان فى حالة سرعة ريح مضادة نسبية مقدارها ٦ (م/ت) ولوزن عربة = ١٠ (طنا) حسب قاعدة pirath مقاومة هواء تساوى ١,٧٨ (كجم/الطن) وهذه القيمة تتساوى تقريبا مع غالبية مقاومات الهواء القصوى التى خصمت من مقاومة السير والهواء لاستنتاج مقاومة السير . ومقاومة الهواء هذه أضيفت إلى مقاومة السير المعطاه بالأشكال (١٩ ، ٢٠) ومثلث العلاقة بين $م_{س+هـ}$ ودرجات الحرارة وبالتالى أوزان المحاور فى الأشكال (٢٣ ، ٢٤) بغرض استعمالها فى تحديد ارتفاع القمة وذلك لقيم ى = ٢ ، ٤ ، ٦ ٪

ويجب أن يذكر هنا أنه إذا حسب ارتفاع القمة على أساس مقاومة السير والهواء المناظرة لوزن محور = ٥ (طنا) والمعطاة بشكل (٢٤) فان ارتفاع القمة المحسوب سوف يزيد عنه إذا ما حسبت على أساس مقاومة السير والهواء المناظرة لدرجة حرارة ــ٥°م والمعطاه فى شكل (٢٣) . غير أنه يلاحظ أن الفرق صغير جداً .

المراجع :

9) **Alfred, Bloch,** Wahrscheinlichkeit im ablaufbetrieb, Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, Berlin, 24. Juli 1930, Nr. 30, S. 811-817.

10) **O. Ammann,** Uber die Haefigkeit der Weichenumstellung in der Verteilungszone einer Ordnungsgruppe, Verkehrstechnische Woche Rangiertechnik, 3. Sonderheft, Febr. 1930. S. 36-41.

11) **Hochstein, O., Potthoff, G.** Die Lage der Spitzenweiche auf dem Ablaufberg, WZ HFV (1954).

12) **VW., Berlin,** April 1933, Anhang zum 6. Sonderheft der Studiengellschaft fuer Rangiertechnik, S. 13., Grundzuege fuer die ermittlung der guenstigen Neigugsverhaeltnisse auf Flachbahnohoefen.

13) **Friedrich Rabb,** Bewegunsgleichung und nomographische Rechentafeln als Hilfsmittel fuer ablaufdynamishe Untersuchungen, ETR, Rangiertechnik 1956, Heft 16.

14) **O. Ammann,** Graphische Bestimmung der groestmoeglischen Abdrueckgeschwindigkeit und der dabei erforderlichen Abbremsung eines Gutlauefers, VW, 1928, Heft 10, S. 163.

15) **Carl Pirath,** Versuche zur Ermittlung der Luftwiderstaende von Eisenbahnwagen, VW, 23. Jargang, Heft 10, 6 Maerz 1929, S. 164-172.

16) **M. El-hawary, J. Gajari, E. Kerkapoly,** Untersuchungen ueber die massgebenden Roll-und Weichenwiderstaende für die Bemessung von Rangierbahnhöfen, Rangiertechnik, ETR, H. 26, 1966,

Fachausschuss für Rangiertechnik der Deutschen Bundesbahn.

—000—

الطرق المختلفة لاقامة المنشآت تحت الأرض

للدكتور المهندس حسن محمود إمام

١ — مقدمة :

أصبحت إقامة المنشآت تحت الأرض بأغراضها المتعددة من أهم مظاهر الحضارة فى الأمم المتقدمة ، بل هى أيضاً من ضرورات الحياة . ففى المدن المكتظة بالسكان نجد أن الوسيلة الوحيدة لتخفيف الحركة على السطح والإقلال من كثافة المرور فى الشوارع هو اللجوء إلى باطن الأرض بواسطة أنفاق المواصلات كوسيلة سهلة ومريحة لنقل الركاب . كما أن تلك الوسيلة نفسها تستعمل فى الطرق الجبلية الوعرة التى تصل بين مدينتين . فتستعمل الإنفاق كوسيلة لاختراق الجبال حتى يمكن إيجاد الطرق السهلة المباشرة التى تصل مدينتين . وهذا النوع من الإنفاق منتشر فى جبال الألب بأوروبا . وللانفاق أغراض شتى فهى تستعمل فى الرى والصناعة فتقام تحت السدود والخزانات حتى يتسنى بواسطتها نقل المياه وتشغيل تربينات توليد الكهرباء . هذا ولقد خطت مصر خطوات واسعة فى هذا المضمار فأقيمت الأنفاق تحت السد العالى وخزان أسوان لهذا الغرض .

وفى الأغراض العسكرية تستخدم الإنفاق كوسيلة من وسائل الإخفاء الحديثة فبعد تطور القتال . واستخدام الطائرات والصواريخ كوسيلة لضرب المنشآت العسكرية والمصانع الهامة . تلجأ الدول المتقدمة عسكرياً إلى إقامة منشآتها ذات الصبغة العسكرية أو السرية تحت سطح الأرض لتكون فى منأ عن ضرب العدو لها بالقنابل . وعادة ما تقام هذه المنشآت على أعماق تصل إلى ٥٠ أو ٧٠ متر تحت سطح الأرض . وتكون وسيلة الوصول إليها عن طريق آبار رأسية قطر كل منها حوالى خمسة أو ستة متر تصلها بسطح الأرض . وأن الإنفاق العسكرية لتتخذ فى بعض الأحيان قطاعات كبيرة فتستعمل كمنابر للطائرات الحربية . وفى هذه الحالة يجب أن يكون قطر البئر من الإتساع بحيث يسمح بخروج الطائرات ، أن الآبار تكون بمثابة أبواب للمنشآت تحت الأرض وهى تعتبر الوسيلة الوحيدة للخروج والدخول إليها . وتكون الآبار إما رأسية أو مائلة .

وفى أغراض التعدين تستعمل المنشآت تحت الأرض كوسيلة للوصول إلى طبقات المادة الخام . فتنشأ الناجم لهذا الغرض فتقام الآبار الرأسية للوصول إلى المنسوب المطلوب ثم تنشأ الممرات الأفقية حتى طبقات المادة الخام .

وبفضل تقدم العلوم الهندسية أمكن فى السنوات الأخيرة الوصول بأعماق المناجم إلى أعماق كبيرة ففى روسيا وأمريكا أمكن الوصول إلى أعماق ١٢٠٠ متر أما فى جنوب أفريقيا فتتعدى هذا الرقم إلى ٢٥٠٠ متر تحت سطح الأرض .

والمنشآت تحت الأرض لها مشاكلها الكثيرة المتعددة والتى تحت البحث والدراسة فهنا مشكلة حساب الضغوط على المنشأة نفسه rock pressure وتأثير الأعماق وأنواع التربة المختلفة على هذه الضغوط . وتعتبر أنواع الدعائم المستعملة kinds of supports وطرق استخدامها وتحديد النوع المناسب بالنسبة للمنشأ من المشكلات الرئيسية كما أن طرق

حساب الإجهادات والقوى الداخلية الموجودة فى الدعائم المختلفة لمن أهم الموضوعات تحت البحث .

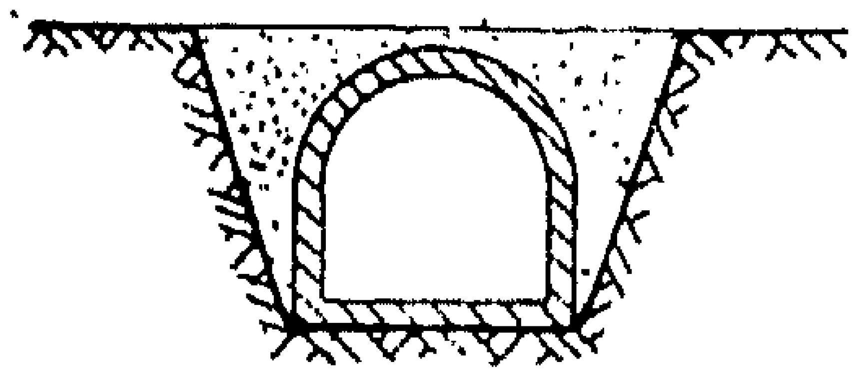
وفى هذا البحث لن يتعرض المؤلف إلى هذه المشا كل المختلفة بل يقدم المؤلف مشكلة تعتبر من أهم مشكلات الساعة وهى الطرق المختلفة لإقامة المنشآت تحت الأرض ، فيتعرض بالبحث أولا لطريقة تخطيط المشاريع المختلفة والدراسات اللازم اتباعها ثم تحديد حجم وشكل المنشأة . ثم بعد ذلك تقسم الإنفاق من حيث الحجم إلى قسمين إنفاق ذات قطاعات صغيرة وأخرى ذات قطاعات كبيرة تصل إلى ٢٠٠ أو ٣٠٠ متر مربع وطريقة إنشاء كل نوع على حدة . وذلك بالنسبة للظروف الجيولوجية المختلفة للتربة المحيطة .

وفى البحث يتعرض المؤلف بالدراسة للطرق المختلفة لحساب المفرقعات كما يتعرض لدراسة الطرق المختلفة للانشاء بالنسبة للأراضى الرملية والطينية وكذلك للانفاق التى تنشأ فى الطبقات التى تمر بها مياه جوفية وفى ختام البحث يستعرض المؤلف الأنواع المختلفة للدعائم وطرق استعمالها .

٢ — الدراسات الهندسية :

يجب قبل البدأ فى تنفيذ المشروعات الإنشائية تحت السطح عمل التخطيط الهندسى والزمنى اللازم للتنفيذ . كما يجب عمل الدراسات الجيولوجية اللازمة للأرض وذلك لتحديد طبقات الأرض المختلفة ودراسة صلابة كل منها . كما يجب عمل الدراسات اللازمة الخاصة بالمياه الجوفية . وسرعتها وكمياتها وذلك حتى يمكن الوصول إلى أنسب الطبقات لإقامة المنشأة بها . وفى بعض الأحيان تصل أنفاق المواصلات تحت المدن إلى أعماق كبيرة نسبياً وذلك للوصول إلى طبقة سليمة واقتصادية للانشاء . ففى موسكو مثلا توجد بعض المناطق يصل فيها أعماق إنفاق المواصلات إلى حوالى مائة متر تحت سطح الأرض .

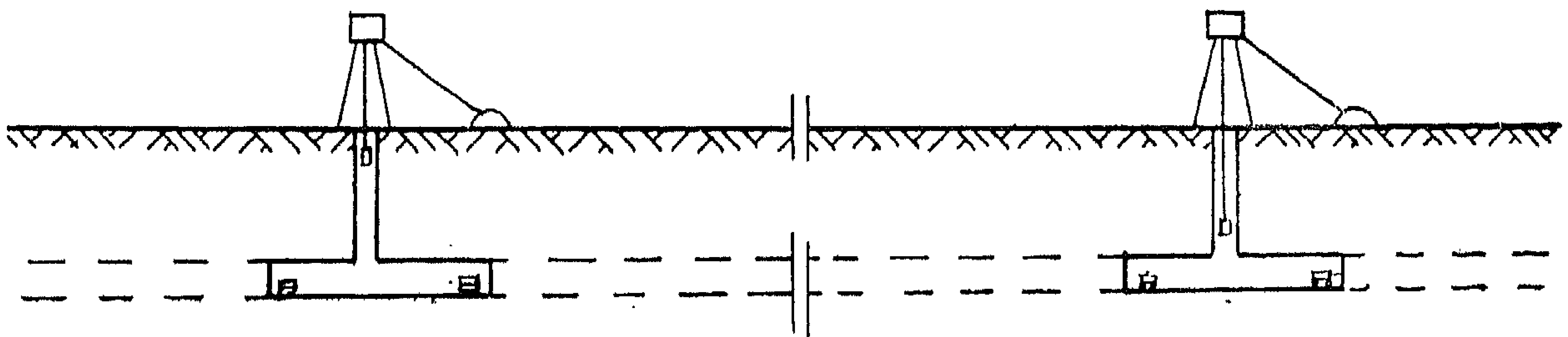
وعند الانتهاء من تحديد منسوب المنشأ يجب البدأ فى دراسة طرق التنفيذ التى تنقسم إلى طريقتين . ففى الأنفاق القريبة من سطح الأرض والتى يصل عمقها إلى حوالى ١٠ متر من السطح يمكن اتباع طرق الفحت العادية . (شكل ١)



(شكل رقم ١)

حتى تصل إلى المنسوب المطلوب ثم يبدأ فى إنشاء النفق بالأعمال الخرسانية العادية أو أعمال الحديد وهذا يتوقف على التصميم ذاته ثم بعد ذلك يردم عليها . وهذه الطريقة اقتصادية وسريعة بالنسبة للمقارنة بالطرق الأخرى . كما أنه بواسطتها يمكن العمل فى طول المنشأ ككل وفى آن واحد . إلا أنه يعيبها أنها تعطل حركة المرور على السطح أثناء الإنشاء .

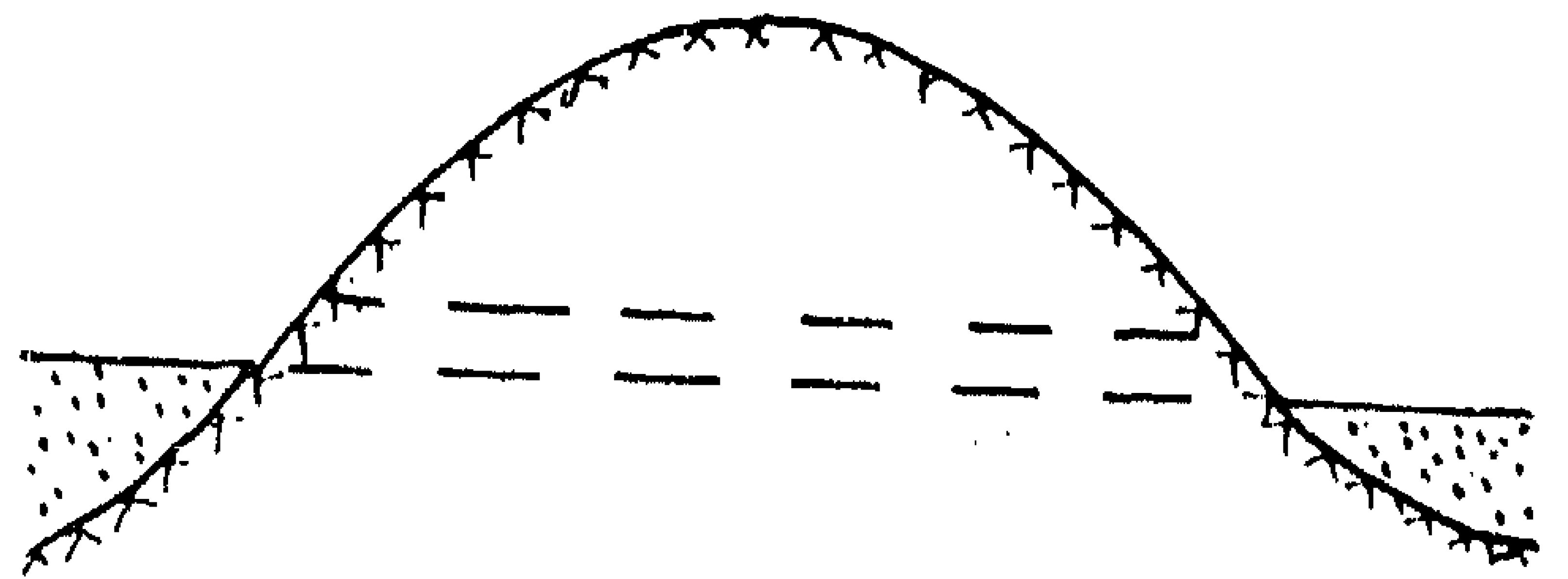
والطريقة الثانية وهى استخدام الطرق المنجمية فى الإنشاء أى النحت فى باطن الأرض ودون المساس بالسطح .



شكل ٢) انفاق المواصلات فى المدن

وهـذه الطريقة يمكن استعمالها بالنسبة للأعماق الكبيرة أى أكثر من ١٠ متر . ويجب ملاحظة أن تقدم العمل فى إنشاء الممرات تحت الأرض بطىء فلا تتعدى سرعة الإنشاء عن ١٠ إلى ٣٠ مترطولى فى الشهر الواحد . ولذلك بالنسبة نفالإق المواصلات تحت المدن (شكل ٢) يقسم النفق إلى أجزاء يبلغ طول كل منها حوالى كيلو متر واحد أو أكثر ثم تنشأ آبار رأسية فى كل جزء على حدة حتى تصل إلى المنسوب المطلوب ثم بعد ذلك يبدأ العمل فى النفق أفقياً من كل بئر وفى اتجاهين متضاضين أى فى اتجاه البئرين القريبين . وهكذا يستمر العمل فى جميع الآبار حتى يتم توصيل الإنفاق بعضها ببعض فتحصل فى النهاية على الشكل النهائى للنفق المطلوب . والغرض من الآبار shafts أنها تقسم النفق إلى أجزاء حتى يمكن العمل فيه كله فى آن واحد . كما أنها تستخدم كوسيلة لإنزال العمال والماكينات والآلات اللازمة للعمل . وكذلك تستخدم لاستخراج ناتج الحفر . ولذلك تركب فوق هذه الآبار أبراج للتشغيل وتتحرك عن طريقها المصاعد للنزول والخروج .

أما إذا كان طول الممر صغير نسبياً أو على عمق كبير من السطح بحيث أن تكاليف الآبار ستكون مرتفعة بالنسبة لتكاليف الإنشاء وهذه الظاهرة عادة تظهرفى الأنفاق الجبلية التى تخترق الجبال لتصل مدينتين فيبدأ العمل فى الطرفين حتى يتم اللقاء دون الحاجة إلى إنشاء الآبار (شكل ٣) .



(شكل ٣) . الأنفاق الجبلية

وبالنسبة للمنشآت تحت الأرض المستعملة كمصانع أو كمخازن للأغراض العسكرية وكعنابر للطائرات فيمكن الوصول إليها أما عن طريق الآبار الرأسية vertical shafts أو الآبار المائلة inclined shafts ويجب أن لا يقل عدد هذه الآبار عن اثنين بأى حال من الأحوال أولا ليكون أحدها احتياطى للآخر وثانياً لاستعمالها فى التهوية الأول لدخول الهواء النقى والثانى لخروج الهواء .

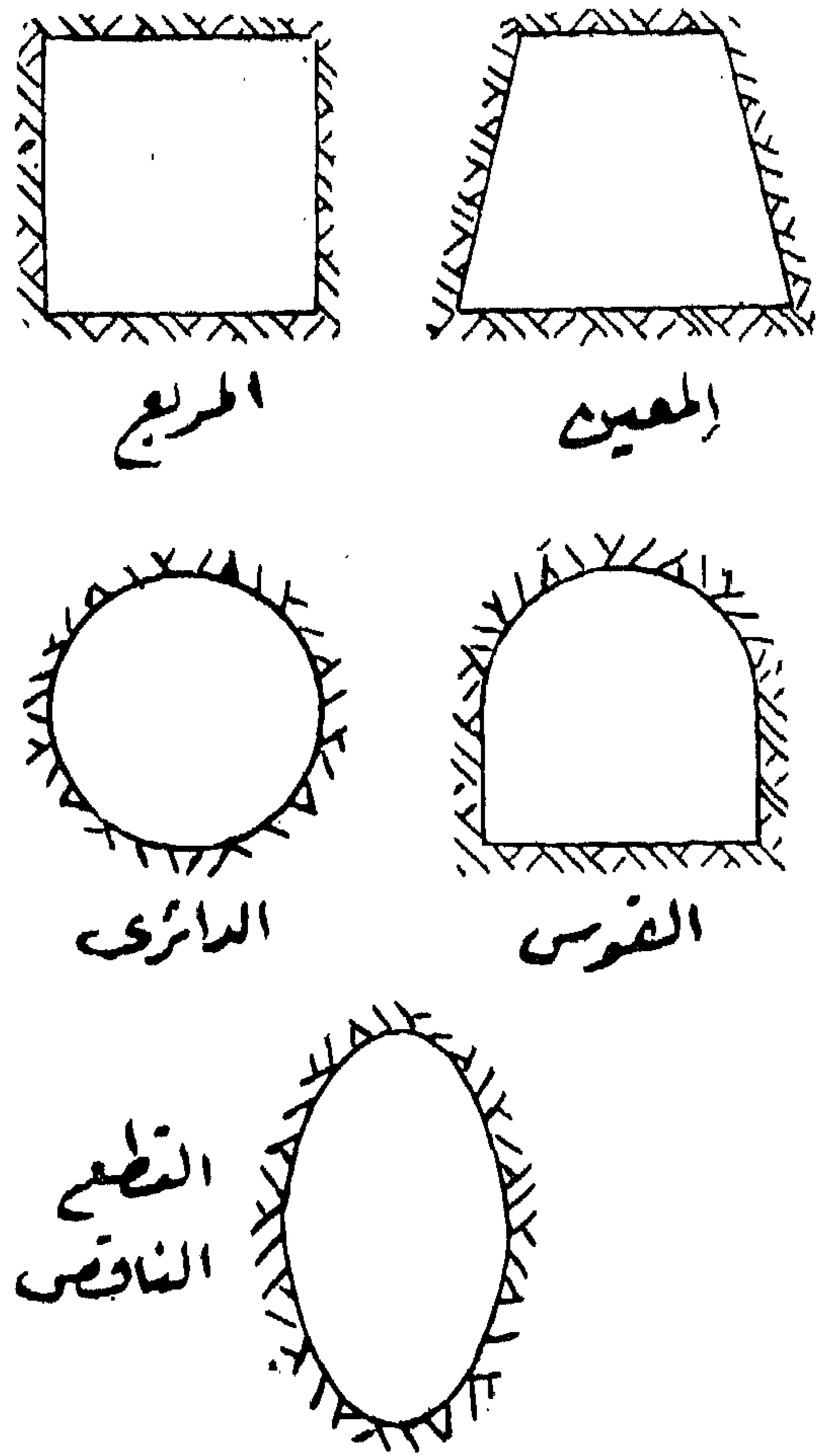
وفى أغراض التعدين تنقسم المنشآت تحت الأرض إلى ثلاث أجزاء رئيسية الآبار وهى الوسيلة الوحيدة للوصول إلى سطح الأرض . والغرض منها استعمالها فى نزول وخروج العمال واستخراج الخام والتهوية ثم يأتى بعد ذلك الممرات الأفقية الرئيسية وهى المستعملة كخطوط رئيسية للمواصلات فى المنجم وكذلك كورش للصيانة الخفيفة وحجرات للتخزين وحجرات المضخات وحجرة الإسعافات الأولية وهذه الممرات تكون قريبة من الآبار وذات قطاعات كبيرة . ثم يأتى بعد ذلك الممرات الفرعية وهى تكون أفقية أو مائلة وتصل إلى المادة الخام المراد استخراجها .

وعندتخطيط مشاريع الأنفاق يجب اختيارالطبقات التى سيمر بها النفق بحيث تقل التكاليف قدر الإمكان . ولذلك يجب اختيار الطبقات المتوسطة الصلابة حتى تسهل عمليات الإنشاء . ففى حالة وجود طبقات طميية أو طينية أو رملية قريبة من السطح يحسن اختراقها إلى طبقات أكثر صلابة .

٣ — اختيار حجم وشكل الممر :

حجم الممر وسطح قطاعه يتوقف تحديده على الغرض المستعمل من أجله ففى أنفاق المواصلات يكون حجم الممر بحيث يسمح بمرور القطارات والعربات المصمم من أجلها . وفى حالة استعمال الأنفاق كورش أومحطات تحت الأرض فيكون حجمها بحيث يسمح بوضع الآلات والماكينات اللازمة .

أما شكل الممر فيمكن اختياره بأحد الأشكال المتعددة الشكل المربع والدائرى والقوس arch والقطع الناقص ellipse (شكل ٤) ومن المعروف أن شكل الممر يلعب



(شكل ٤) القطاعات المختلفة للأنفاق

دوراً كبيراً فى تحديد قيمة الضغوط الواقعة عليه والمعروفة باسم rock pressure ولذلك يجب اختيار الشكل الذى يعطى أقل قيمة للضغوط وبالتالى يمكن الحصول على دعائم اقتصادية وأقل تكلفة . ومن الثابت علمياً أن القطاعات المربعة تكون الضغوط عليها كبيراً بالمقارنة إلى القطاعات المستديرة أو القطع الناقص كما أن القطع الناقص ذو المحرر الكبير فى وضع رأسى والمحرر الصغير فى وضع أفقى وبنسبة ٣ : ٢ يعطى أقل ضغوط بالمقارنة إلى بقية الأشكال . ويكون أكثر اتزاناً . إلا أن دعائم هذا القطاع تكون أكثر تكلفة لصعوبة التنفيذ ولذلك فإننا نجد أنه فى الأنفاق الكبيرة حيث يكون سعر الدعائم المستعملة شيئاً رئيسياً فى سعر التكلفة الإجمالية يلجأ دائماً إلى الأنفاق الدائرية .

٤ — طرق تنفيذ المشروع :

أما من حيث طرق تخطيط المشروع للتنفيذ فيتوقف ذلك على مساحة مقطع النفق ذاته . ويمكن تقسيمها إلى نوعين : الأنفاق ذات القطاعات الصغيرة وهى التى يبلغ مسطحها حوالى ١٥ إلى ٢٠ متروفى هذه الحالة يكون التنفيذ فى المسطح كله ككل . ويتم العمل به على أربع مراحل رئيسية :

(أ) الفحت : وهى عمل الفحت اللازم وتفتيت الأتربة أو الصخور المتماسكة الموجودة فى قطاع النفق وذلك إما باستعمال المواد الناسفة والمفرقعات فى حالة الأراضى الصلبة والمتوسطة الصلابة ، أو باستعمال الكسارات الخاصة فى حالة الأراضى الضعيفة والغير متماسكة نسبياً .

(ب) إزالة ناتج الفحت : وذلك باستعمال الآلات الخاصة ووضع النظام الذى يعطى السهولة وسرعة التنفيذ لإزالة ناتج الفحت ورفعه إلى سطح الأرض .

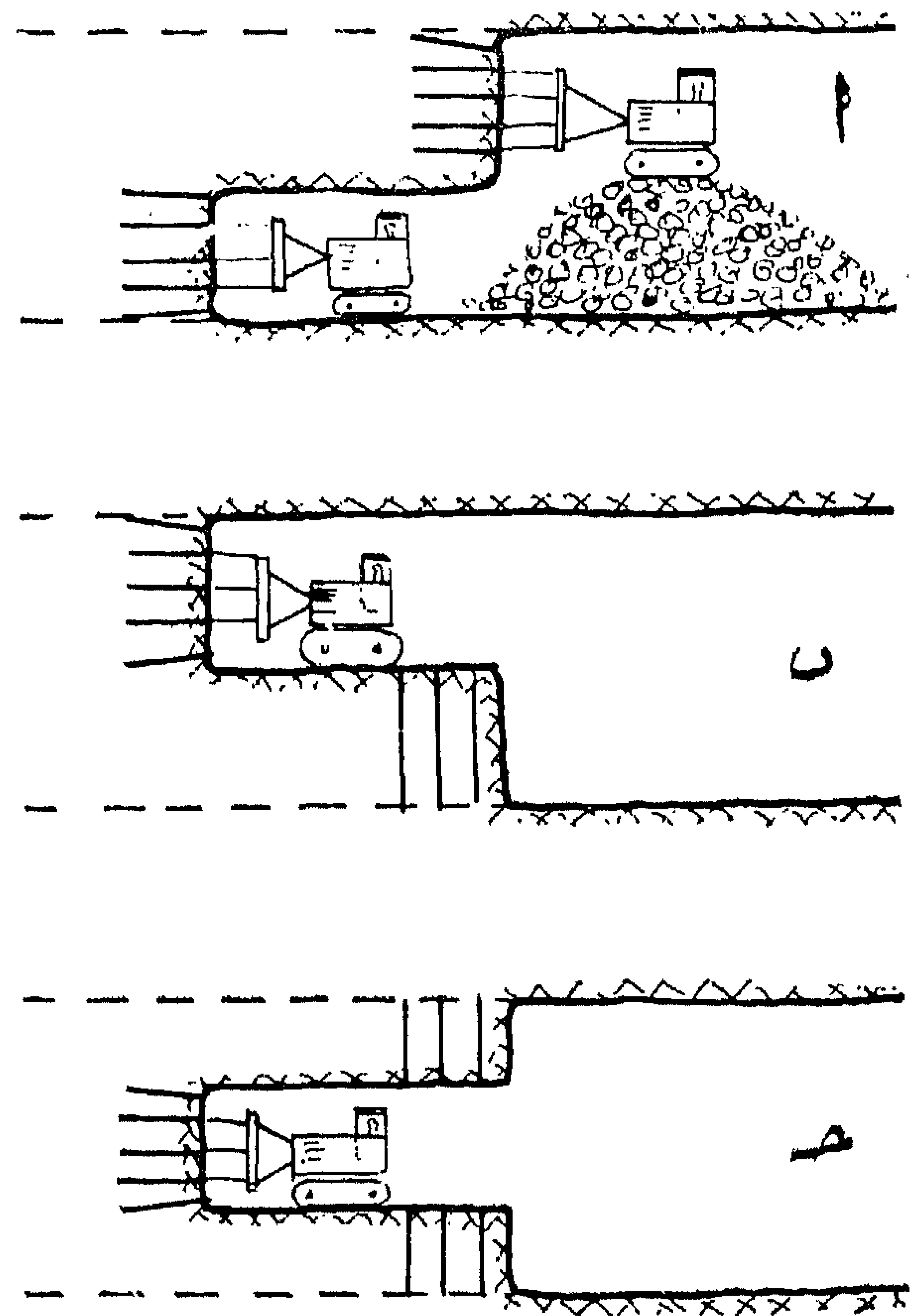
(ج) وضع الدعائم : بعد إتمام عملية إزالة ناتج الفحت توضع الدعائم . وهى تكون إما دعائم مؤقتة وفى هذه الحالة تكون من الخشب أو الحديد الخفيف التى تزال بعد إنشاء الممر كله ثم تستبدل بالدعائم الدائمة أو توضع الدعائم الدائمة فور إجراء أعمال الفحت وإزالة الأنقاض وهى عادة تكون من الخرسانة العادية أو المسلحة أو من الحديد أو من الحجارة ومبانى الطوب .

(د) الأعمال الإضافية : يجب عند تخطيط المشروع أن يؤخذ فى الاعتبار الوقت الكافى بعد المراحل الثلاثة السابقة وذلك لإجراء الأعمال الإضافية وهى مد القضبان

التى تتحرك عليها آلات النسف ورفع ناتج الأتربة وكذلك لعمل التوصيلات اللازمة للمياه والهواء المضغوط والكهرباء اللازمين للعمل .

ونسمى هذه المراحل الأربعة السابقة بدوره العمل cycle of work التى بتكرارها يتم إنشاء النفق جزء جزء حتى النهاية . ويجب عمل التخطيط اللازم لتحديد الزمن الضرورى لدورة العمل والتى عن طريقها يمكن عمل التخطيط الزمنى اللازم للمشروع كله .

وفى الأنفاق متوسطة القطاع يمكن تقسيم القطاع إلى جزئين للعمل به فى كل جزء دوره مستقلة (شكل ٥) فإما أن يكون الجزء الأسفل متقدماً كما هو موضح بالرسم (أ)



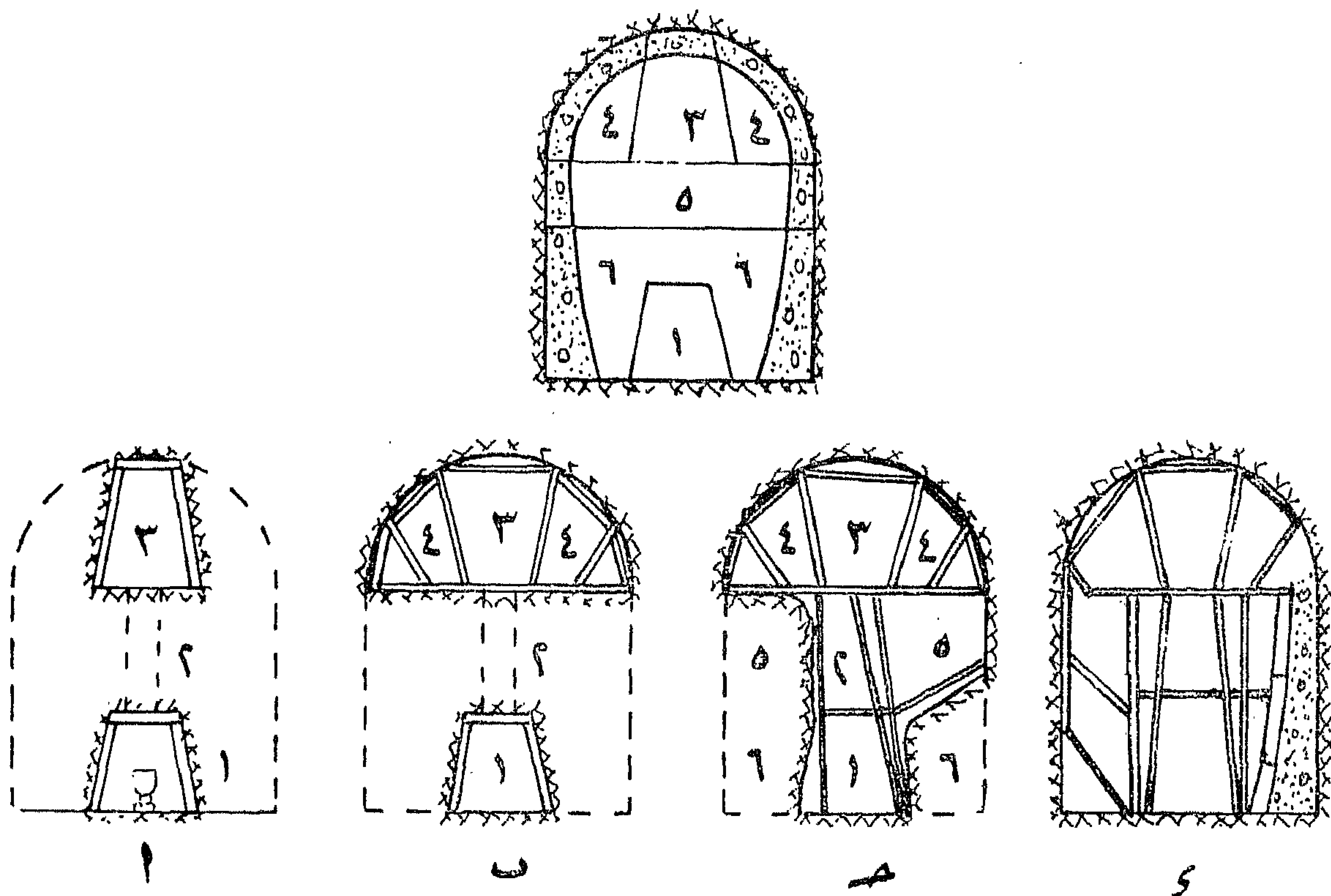
شكل ٥) الأنفاق الصخرية ذات القطاعات المتوسطة

أو الجزء الأعلى هو المتقدم كما بالرسم (ب) أو يكون الجزء المتقدم هو الأوسط ثم يليه التوسع فى القطاع رسم (ج) .

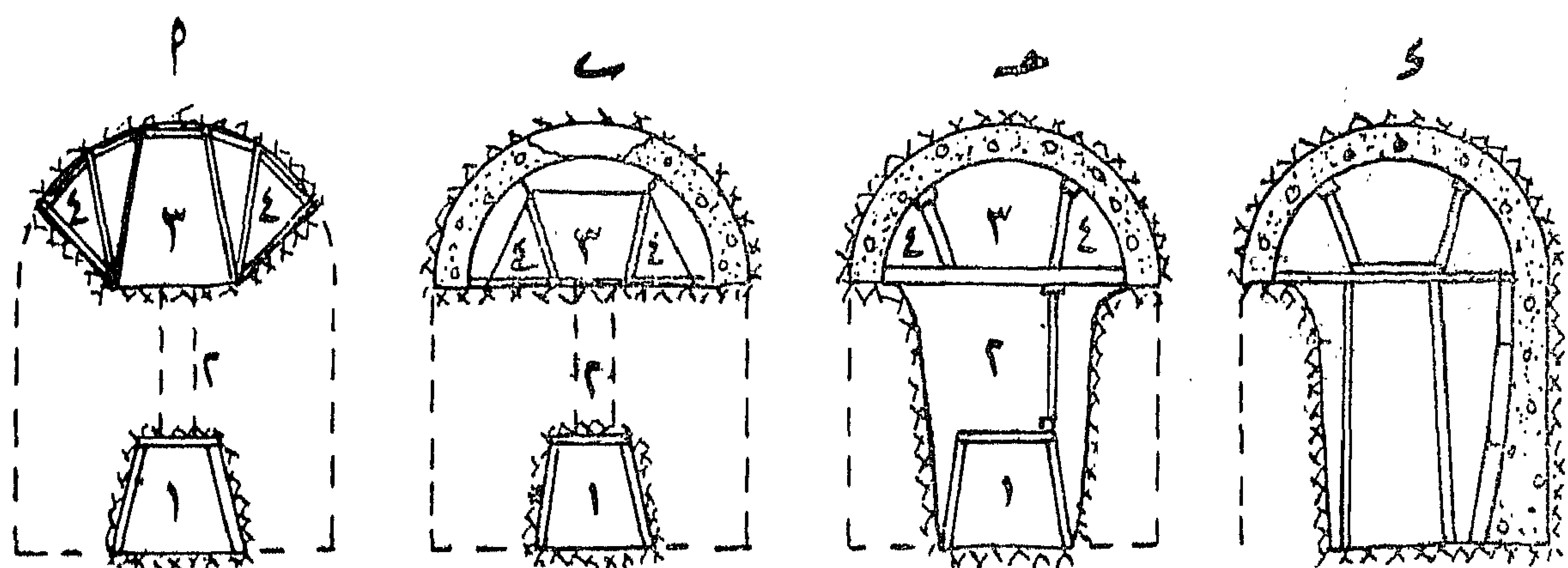
أما فى حالة الأنفاق ذات القطاعات الكبيرة وهى التى تزيد مسطحها عن ١٥ متر مربع وفى بعض الأحيان تصل إلى قطاعات كبيرة تبلغ ٢٠٠ مترمربع . فيتم بها العمل عن طريق تقسيم القطاع إلى أجزاء مختلفة والعمل يجرى فى كل جزء حتى يتم العمل فى النفق كله . وتنقسم هذه الطريقة إلى ثلاث أقسام .

٢,٤ الطريقة الأولى :

وهذه الطريقة يحسن استخدامها فى الأراضى الصلبة وتتلخص فى تقسيم الممر إلى أقسام مختلفة ثم يبدأ بالعمل فى كل قسم على حدة وتوضع الدعائم المؤقتة (الصلبات) حتى الانتهاء من كل القطاع ثم تستبدل الدعائم المؤقتة بالدعائم الدائمة . والشكل ٦ يمثل طريقة العمل فى هذه الأقسام . فيقسم القطاع إلى ستة أقسام ويبدأ العمل فى القسم رقم ١ أولا فتحصل على قطاع صغير يسمح بالحركة وخدمة الأقسام المختلفة . ثم ينشأ القسم رقم ٣ على أن تنشأ آبار رأسيةوهى المرموز لها بالرقم ٢ بين القسمين وتكون مهمتها إنزال ناتج الفحت من الأقسام المختلفة إلى القسم رقم ١ حيث توضع به العربات والقضبان لنقل ناتج الفحت فى النفق كله إلى الخارج. ثم بعد الانتهاء من القسم ٣ وصلبة يبدأ فى القسم ٤ للتوسيع من أعلا ثم القسم ٥ والقسم ٦ . وفى هذه الخطوات المختلفة تستخدم القسم ١ لخدمة القطاع كله من حيث نقل العمال واستخراج ناتج الفحت ومد كابلات الكهرباء ومواسير الهواء المضغوط والمياه . ويلاحظ أثناء الإنشاء وضع الدعائم المؤقتة التى تستمر باستمرار إنشاء الأقسام المختلفة . ثم تستبدل بالدعائم الدائمة بعد الانتهاء من الحصول على القطاع كله . وعادة ماتكون الدعائم الدائمة فى هذه الحالة من الخرسانة العادية أوالخرسانة المسلحة .



(شكل ٦) تقسيم القطاع إلى أقسام وإزالة الصخور منها مع استعمال الدعائم المؤقتة
في كل قسم حتى الانتهاء من الحفر ثم استبدالها بالدعامة الدائمة



(شكل ٧) تقسيم القطاع الى أقسام ووضع الدعائم الدائمة أثناء إزالة الصخور
مبتدئين من أعلى الى أسفل

٤,٣ الطريقة الثانية :

هذه الطريقة تستخدم فى الأراضى الأقل الصلاب والتى يخشى على الدعائم المؤقتة من أنها لا تتحمل الضغوط الواقعة على الممر كله أو التى يصعب فيهـــا استبدال الدعائم المؤقتة بالدعائم الدائمة ولذلك تلجأ إلى صب الخرسانة فى كل قسم على حدة (شكل ٧) بعد الانتهاء من نحته على حدة . ويكون وضع الدعائم الدائمة من أعلى إلى أسفل فبعد الانتهاء من قسم ١ لخدمة المرور والقسمين رقم ٣ ، ٤ يبدأ فوراً بوضع الدعائم الدائمة وصب الخرسانة اللازمة لها ثم يلجأ إلى التوسع فى الأقسام ٥ ، ٦ مع ضب الخرسانة أثناء التوسع وعند الانتهاء من القطاع كله يكون قد تم الانتهاء من وضع الدعائم الدائمة فى الممر .

٤,٤ الطريقة الثالثة :

وهى تستعمل فى الأراضى الضعيفة نسبياً أو المنشآت ذات القطاعات الكبيرة (شكل ٨) وهى مثل الطريقة الثانية إلا أن صب خرسانات الدعائم الدائمة يبدأ من أسفل إلى أعلى . فبعد الانتهاء من إنشاء القسمين رقم١ المستعملان لخدمة عملية الانشاء ولوضع العربات والقضبان وانتقال العمال وإزالة ناتج الفحت بواسطتهما إلى خارج الممر توضع الدعائم الدائمة وهى من الخرسانة المسلحة ثم يتم التوسع إلى أعلى فى القسمين رقم ٢ ثم نصب الخرسانة المسلحة ثم بعد ذلك تلجأ إلى إزالة والتوسع إلى أعلى فى الأقسام ٣ ، ٤ ويلاحظ أن الجزء الأوسط وهو رقم ٥ يترك لسهولة العمل والخدمة فى الأقسام المختلفة حتى يتم وضع الخرسانة المسلحة فى جوانب وأسقف الممر كله . وفى هذه الحالة يزال الجزء رقم ٥ ثم يعمل التوسع اللازم فى أرضية الممر لصب الخراسانات اللازم بالشكل المطلوب فى الأرضية .

٥ — المفرقعات :

فى حالة الصخور شديدة الصلابة المتماسكة والمتوسطة الصلابة يلجأ إلى استعمال المفرقعات كوسيلة من وسائل الفحت وتفتيت الصخور بالممرات للانشــاء وتتوقف تحديد كمية المفرقعات اللازمة للمتر المكعب من الصخور فى النفق على نوع المفرقعات المستعملة ومقدار صلابة الصخور وكذلك على مسطح القطـاع وحالة الصخور فى باطن الأرض ونسبة التشققات الطبيعية الموجودة بها . ويمكن استعمال المعادلة الآتية لتحديد كمية المفرقعات اللازمة للمتر المكعب فى النفق :

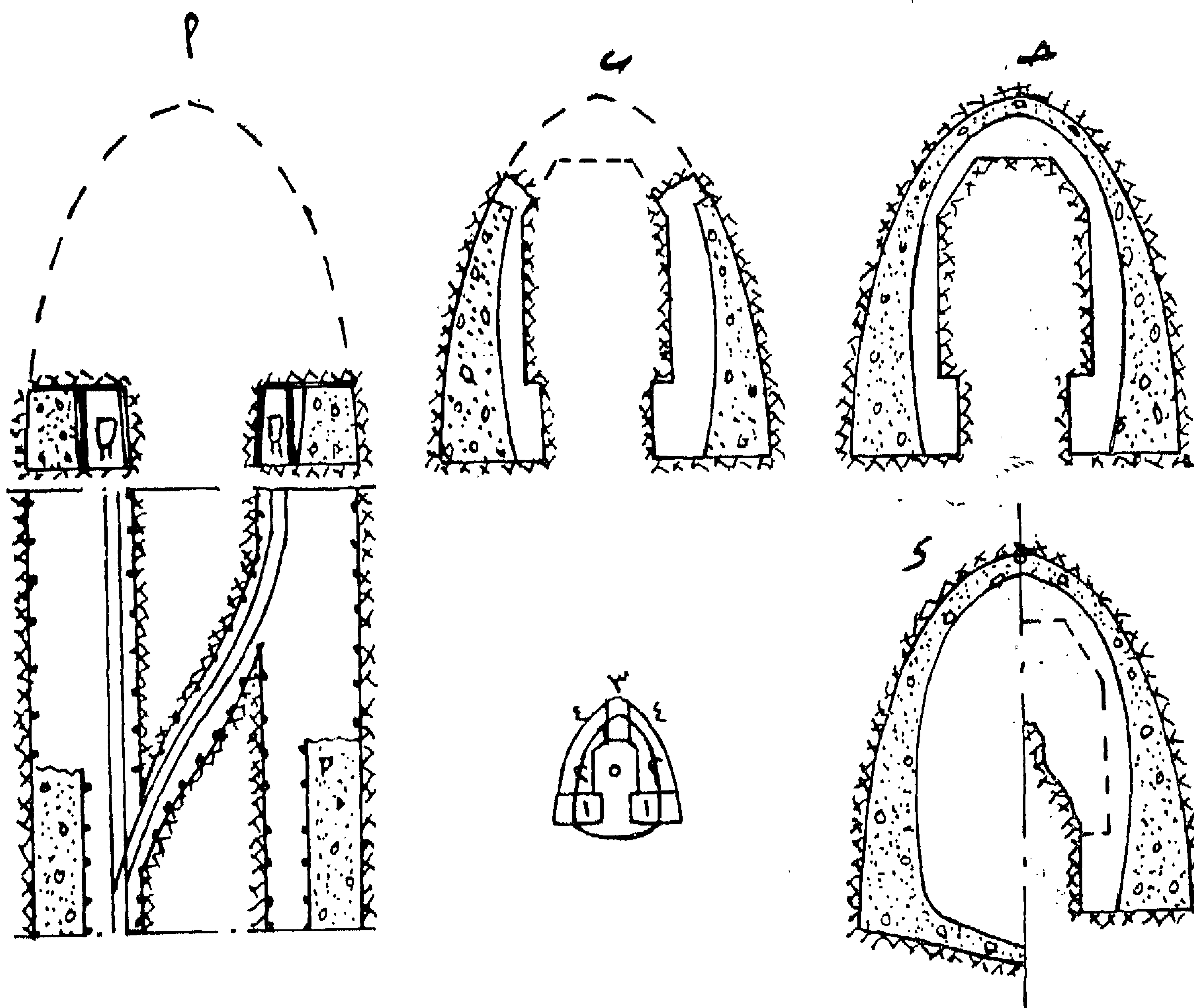
$$q = q_1 \, f \, v \, e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (I)$$

حيث أن :

q_1 = كمية المفرقعات اللازمة للمتر المكعب من نفس هذه الصخور فى أثناء التجارب المعملية على الصخر .

f = معامل يتوقف على الطريقة الرسوبة للصخور أو حالة الصخور فى باطن الأرض من حيث وجود فراغات أو تشققات أو شروخ .

v = معامل قطاع الممر . وهو معامل يتوقف على مسطح القطاع التى عليها يتوقف البعد الخالى للنسف .



(شكل ٨) تقسيم القطاع الى اقسام ووضع الدعائم الدائمة اثناء ازالة الصخور مبتدئين من اسفل الى اعلى

$$v = \frac{6.5}{\sqrt{S}}$$

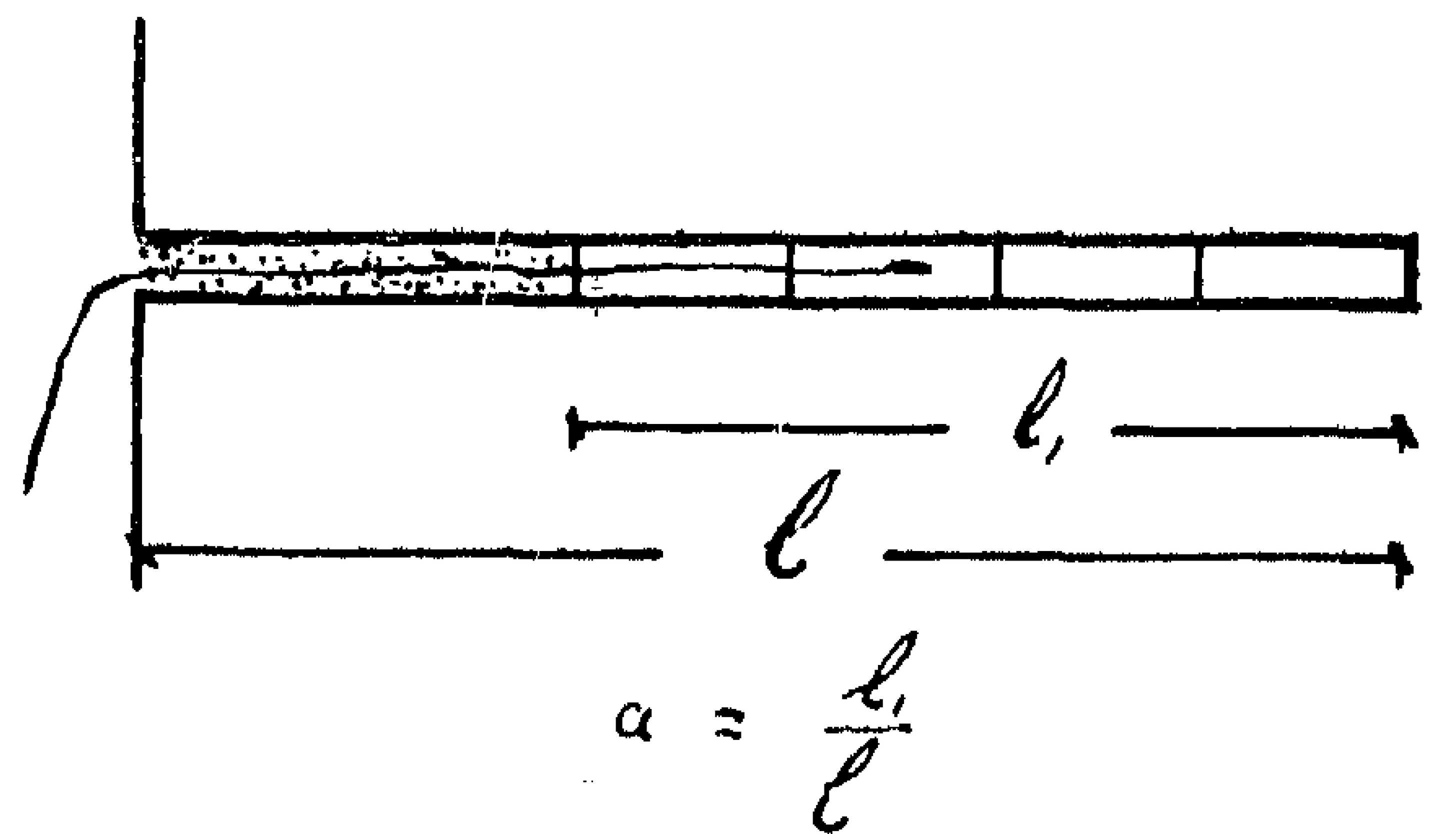
S = مساحة القطاع .

e = معامل يتوقف على طريقة وضع وتثبت المفرقعات وعادة يتراوح بين ٩ر — ٤٠ر١ .

٥ر١ خروم النسف

يتحدد قطر خروم النسف على قطر عبوات المفرقعات اللازمة والمستعملة فى النسف وعادة تكون هـذه الخروم بمقاسات ثابتة وهى ٣٢ مم أو ٤٠ مم أو ٥٢ مم وفى كثير من الأحيان تستعمل أقطار تصل إلى ٢٠ سم . ويكون الخرم فى الصخر فى وضع متعامد على السطح . وفى حالة وجود تشققات طبيعية فى الصخور يجب أن يكون الخرم فى وضع متعامد على مستويات التشققات حتى تكون عملية النسف فى الصخر نفسه وليس فى فراغات التشققات .

وبعد عمل الخروم فى الأماكن المراد نسفها تعبأ هـذه الخروم بالمفرقعات ويلاحظ أن يكون طول الجزء المعبأ من ٦ر٠ إلى ٨ر٠ من الطول الإجمـالى (شكل ٩) ونسمى



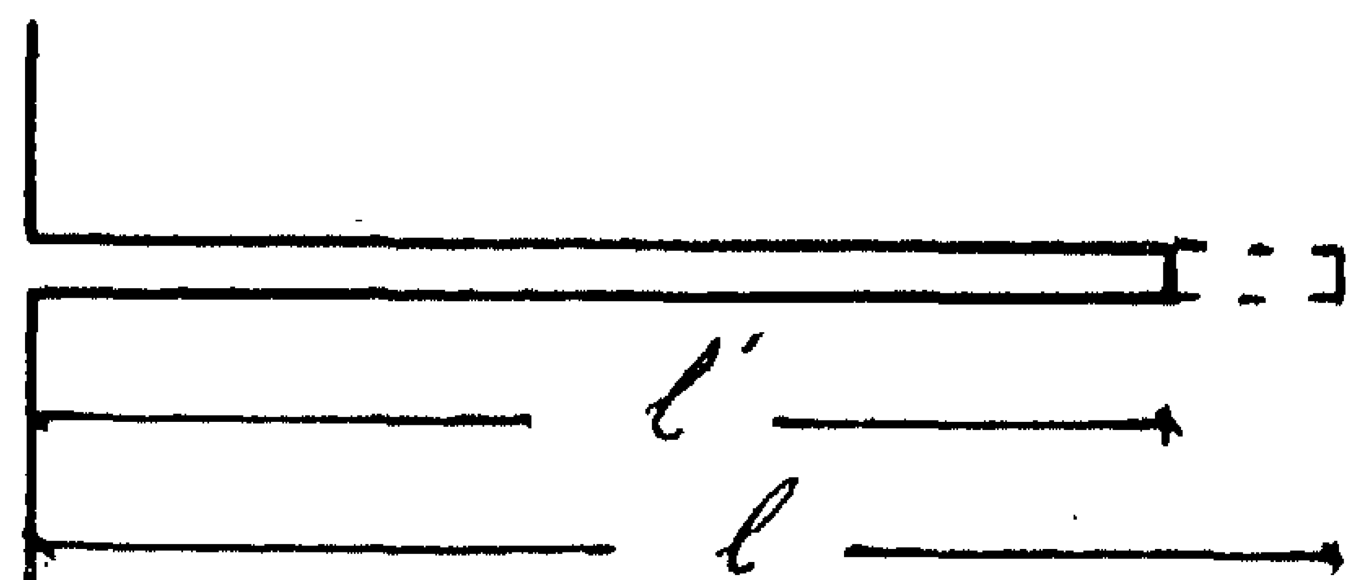
(شكل ٩) معامل ملىء الخرم

هذه النسبة بعامل ملىء الخرم بالمفرقعات ويرمزلها بالحرف a = ٦ر — ٨ر٠ .

٥,٢ كفاءة الخرم

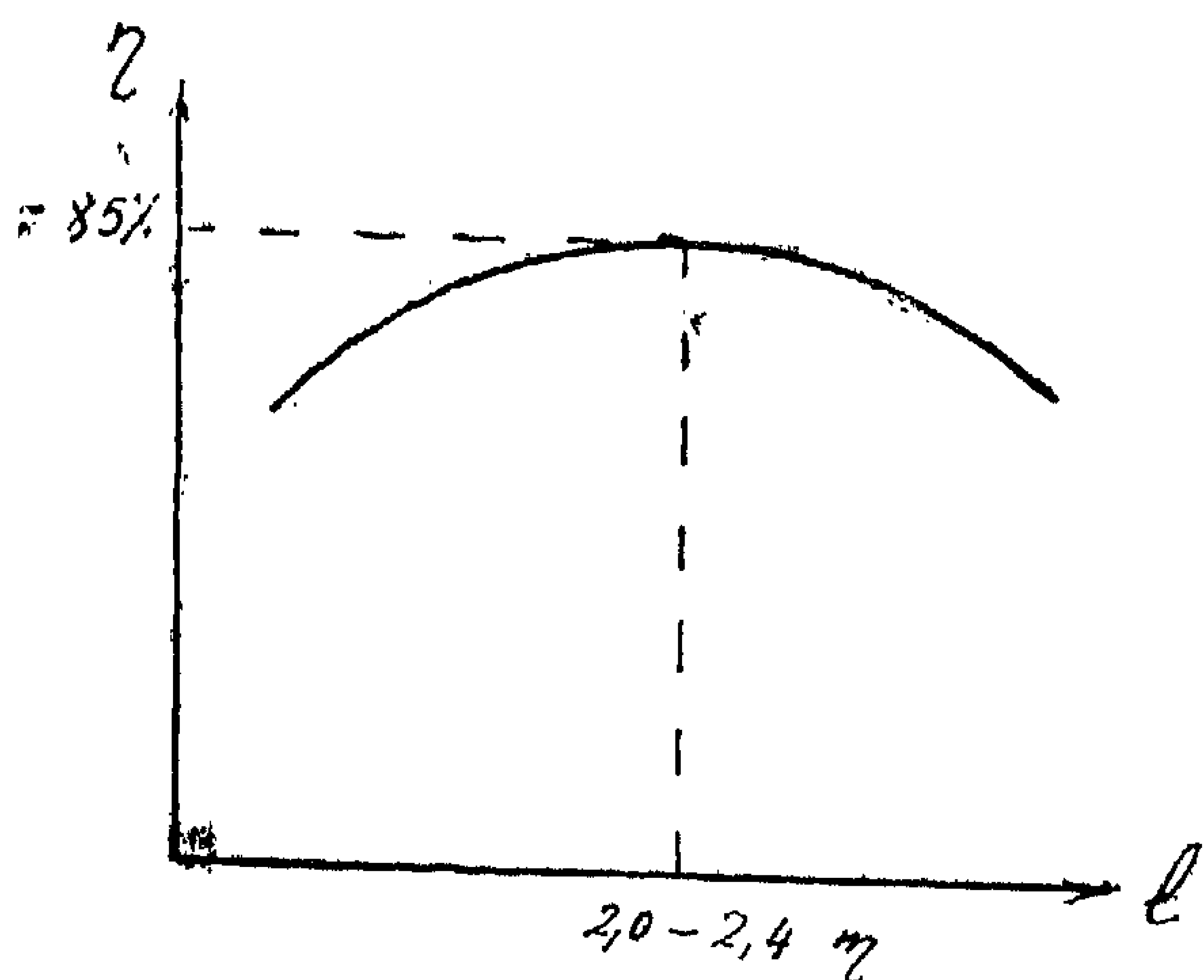
أثبتت التجارب العملية وفى الطبيعة أنه إذا كان طول الخرم يساوى l فإنه بعد عملية النسف يكون الطول المنسوف مساوياً l' أى أن عملية النسف لا تتم بالطول الإجمالى للخرم ونسمى العلامة المئوية بين طول الخرم المنسوف إلى الطول الإجمالى للخرم بكفاءة الخرم η (شكل ١٠) حيث أن

$$\eta = \frac{l'}{l} \%$$



(شكل ١٠) كفاءة خرم النسف

وتتوقف كفاءة الخرم على عوامل كثيرة منها نوع الصخر ونوع المفرقعات المستعملة وكذلك خطر الخرم وطوله. والمنحنى (شكل ١١) يبين هـذه العلاقة بين طول الخرم وكفاءته ويلاحظ أن الطول الذى يعطى أعلى كفاءة بالنسبة لأعمال الأنفاق يساوى ٢ — ٢,٤ متر.



(شكل ١١) منحنى يبين العلاقة بين كفاءة خرم النسف وطوله

٥,٣ — عدد الخروم

يتحدد عدد الخروم المستعملة فى القطاع على قطر الخرم ونوع المفرقعات المستعملة وكذلك نوع الصخر ويمكن حسابها بالمعادلات الآتية تحسب أولا كمية المفرقعات اللازمة للمتر الطولى من النفق .

$$Q = q\,S \;\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

حيث أن :

Q = كمية المفرقعات اللازمة للمتر الطولى من النفق .

q = كمية المفرقعات اللازمة للمتر المكعب .

S = قطاع الممر .

ثم تحسب كمية المفرقعات التى يمكن وضعها فى المتر الطولى من الخرم △ .

$$\triangle = \delta\, u\, a \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

حيث أن :

δ = الكثافة النوعية للمادة الناسفة .

u = حجم المتر الطولى من الخرم .

a = معامل ملىء الخرم .

ومن المعادلتين رقم ٢ ، ٣ يمكن حساب عدد الخروم .

$$\text{عدد الخروم} = \frac{Q}{\triangle}$$

٤,٥ — طول الخرم :

يتوقف تصميم طول الخرم على الزمن اللازم لتحديد دورة العمل cycle of work وتتحدد دورة العمل بحيث يكون الزمن اللازم لها دورية واحدة أو دورتين أو أكثر. وهذا يتوقف على قطاع النفق وطريقة الإنشاء اللازمة . وإمكانيات العمل وحيث أن العمل اللازم إنجازه فى الدورة الواحدة للعمل هو (ا) أعمال التخريم (ب) أعمال النسف (ج) إزالة ناتج النسف (د) الأعمال الإضافية ووضع الدعائم . إذاً فإن دورة العمل ستتبع المعادلة الآتية :

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

حيث أن :

T = الزمن اللازم لدورة العمل .

t_1 = الزمن اللازم للتخريم .

t_2 = الزمن اللازم لأعمال النسف والتهوية بعد النسف .

t_3 = الزمن اللازم لإزالة ناتج النسف .

t_4 = الزمن اللازم للأعمال الإضافية وتثبيت الدعائم.

وعادة تقدر مجموع الزمنين $t_2 + t_4$ بحوالى ٢٥ إلى ٣٠٪ من الزمن الإجمالى لدورة العمل .

$$t_1 = \frac{N\,l}{k\,w} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

حيث أن :

N = عدد خروم النسف .

l = طول الخرم .

k = عدد ماكينات التخريم .

w = كفائة الماكينة الواحدة وسرعة التخريم بها .

أما زمن إزالة ناتج النسف فيقدر بالمعادلة الآتية :

$$t_3 = \frac{\eta\, S\, l \cos\alpha}{n\, P} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

حيث أن :

η = كفاية الخرم .

S = مساحة القطاع .

l = طول الخرم.

n = عدد الماكينات المستعملة فى إزالة ناتج النسف .

P = كفاية الماكينة الواحدة .

α = زاوية ميل الخرم على سطح النسف .

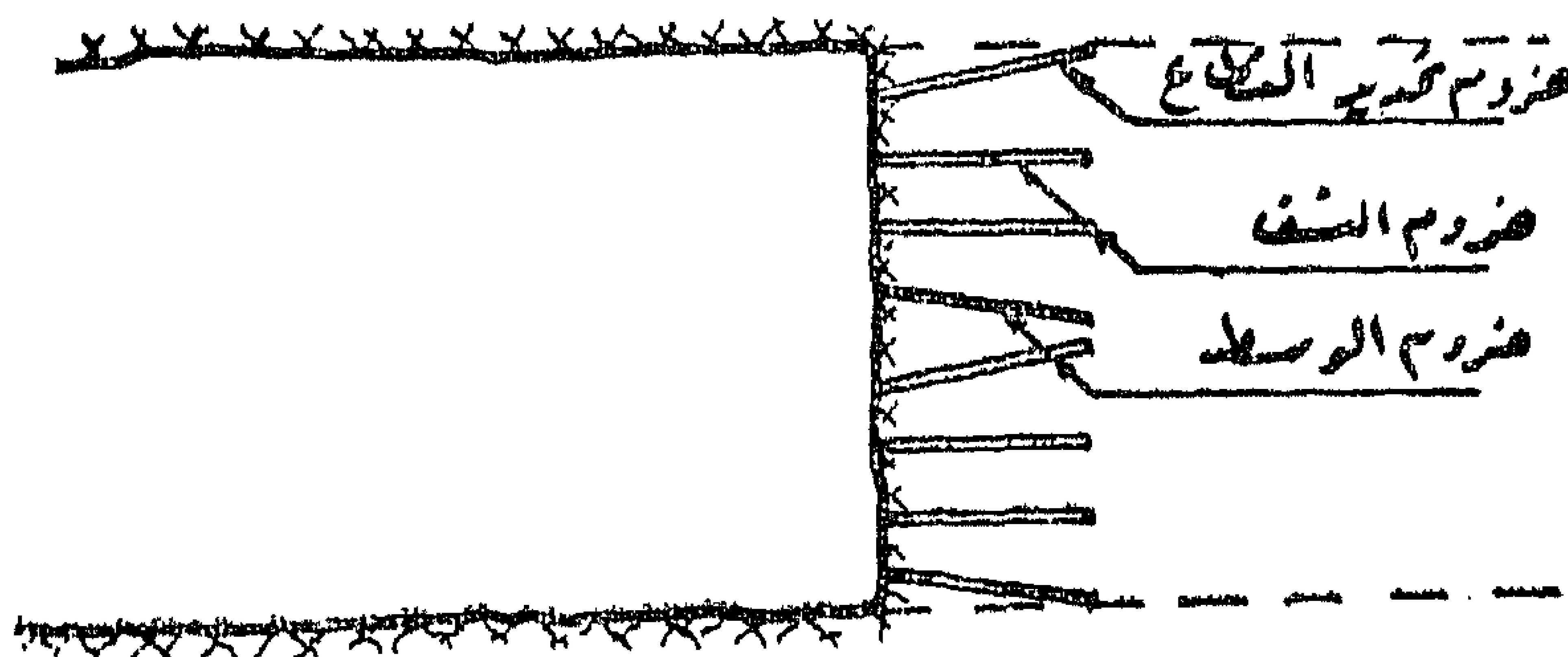
ومن المعادلات ٤ ، ٥ ، ٦ نجد أن :

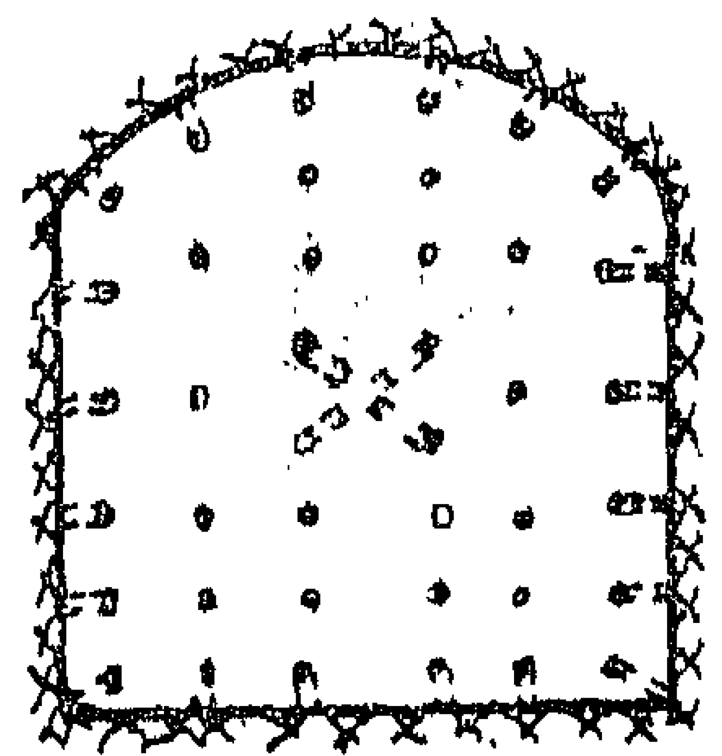
$$T = \frac{N\,l}{k\,w} + t_2 + \frac{\eta\, S\, l \cos\alpha}{n\,P} + t_4$$

إذا

$$l = \frac{T + (t_2 + t_4)}{\left(\frac{N}{k\,w} + \frac{\eta\, S \cos\alpha}{n\,P}\right)}$$

ومن المعادلة ٧ يمكن حساب طول الخرم اللازم لإتمام دائرة العمل فى الزمن المطلوب ويمكن كذلك بواسطة هذه المعادلة وبعد حساب كفاءة الخرم دراسة التوقيت الزمنى اللازم المشروع كله .





(شكل ١٣) توزيع خروم النسف فى القطاع

٥,٥ — توزيع الخروم بالقطاع :

تنقسم الخروم بالقطاع الى ثلاث مجموعات رئيسية (شكل ١٢).

(ا) خروم الوسط .

(ب) خروم النسف .

(ج) خروم تحديد القطاع .

فنبدأ أولا بنسف المجموعة الأولى وهى تعتبر كوسيلة لتفريغ الصخور من وسط القطاع وتستعمل لزيادة كفائة خروم النسف التى تنسف بعدها مستعملة الفراغ الذى أوجدته الأولى فبذلك تزداد كفاءتها ثم تنسف بعد ذلك خروم تحديد القطاع والغرض منها هو تحديد الشكل النهائى للنفق .

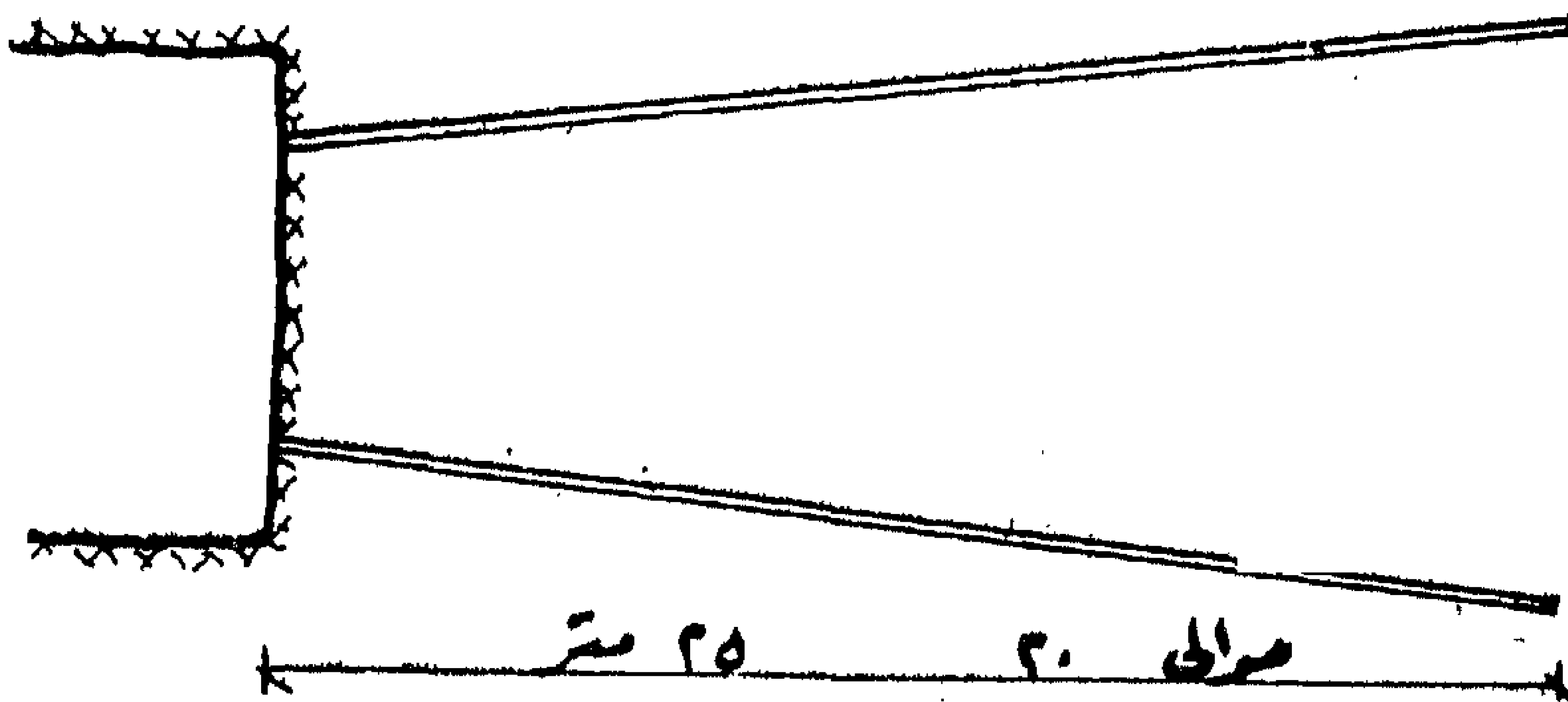
وعادة تكون الزمن بين نسف المجموعات الثلاثة صغير جداً لا يتجاوز جزء من الثانية ويمكن الوصول إلى ذلك بواسطة أجهزة النسف الكهربائية الدقيقة وفى السنوات الأخيرة تقوم فئة كبيرة من البحاث بعمل دراسات مختلفة لتحديد الزمن بين المجموعات المختلفة والغرض من ذلك هو استغلال طاقات النسف كلها فبعد تفجير المجموعة الأولى يتحرك موجة النسف بسرعة كبيرة فى جميع الاتجاهات . وهذه الموجة عند بلاغ أقصاها فى داخل صخور المجموعة الثانية لا تكون وحدها كافية لتفتيت صخور المجموعة الثانية إلا إنه يمكن اعتبارها عامل مساعد لخروم المجموعة الثانية التى يجب أن تنسف فتعمل بدورها على تفتيت صخور المجموعة الثانية ثم انطباق موجة فى صخور المجموعة الثالثة التى تفجر بدورها فى اللحظة التى تبلغ قوى التضاغط بها من تأثير نسف المجموعتين السابقتين أقصاها . وبهذه الطريقة يمكن استغلال الطاقة الناسفة إلى أقصى درجة .

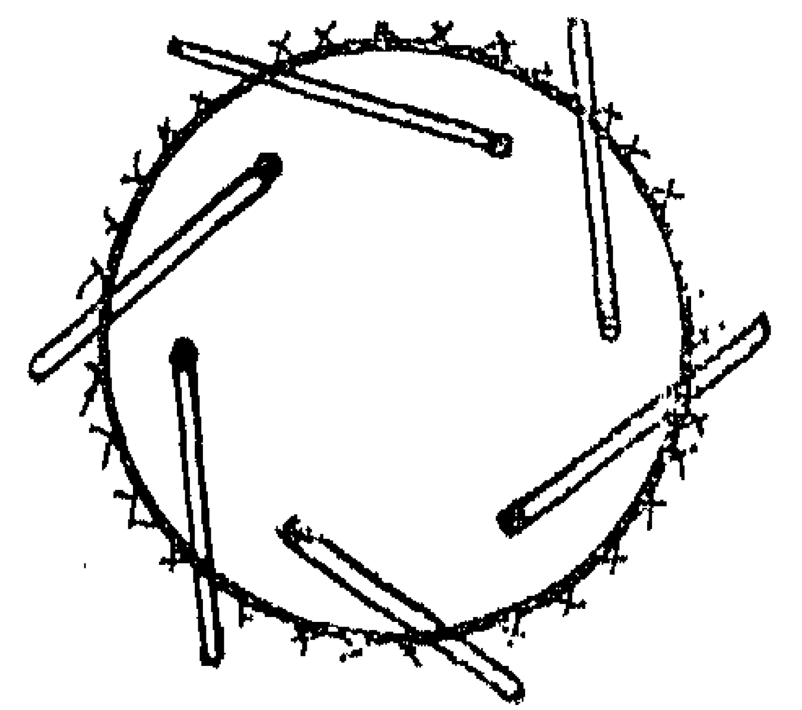
٦ — الطرق الخاصة :

عند ما نضطر إلى إقامة المنشآت فى باطن الأرض فى بعض الطبقات ذات الصبغة المعينة والحالات الخاصة . مثل الأراضى الرملية أو الطبقات الطينية والطميية أو الأراضى الصخرية الموجود بها نسبة كبيرة من التشققات والمياه الجوفية التى تتدفق مع استمرار العمل بحيث تموقه وتصبح معطلة له وكذلك الطبقات الرملية والطينية الموجودة تحت منسوب المياه الجوفية فى هذه الحالة نلجأ لاستعمال إحدى الطرق الخاصة الآتية أثناء الإنشاء . وجميع هذه الطرق ما هى إلا وسيلة لإيقاف تدفق المياه وإيجاد صلابة نسبية للتربة حتى يمكن إجراء عملية الإنشاء .

٦,١ — الحقن: Injection

ويفضل استعمال هذه الطريقة بالنسبة للأراضى الصخرية الموجود بها تشققات كبيرة والموجود بها نسبة عالية من المياه الجوفية . وكذلك تستعمل فى الطبقات الرملية الجافة والمغمورة فى المياه الجوفية . وتتلخص هذه الطريقة (شكل ١٣) فى عمل خروم طولها من ١٠ إلى ٢٥ متراً فى وجه الممر وأمامه ثم تحقن هذه الخروم عادة الأسمنت والمياه التى





(شكل ١٣)

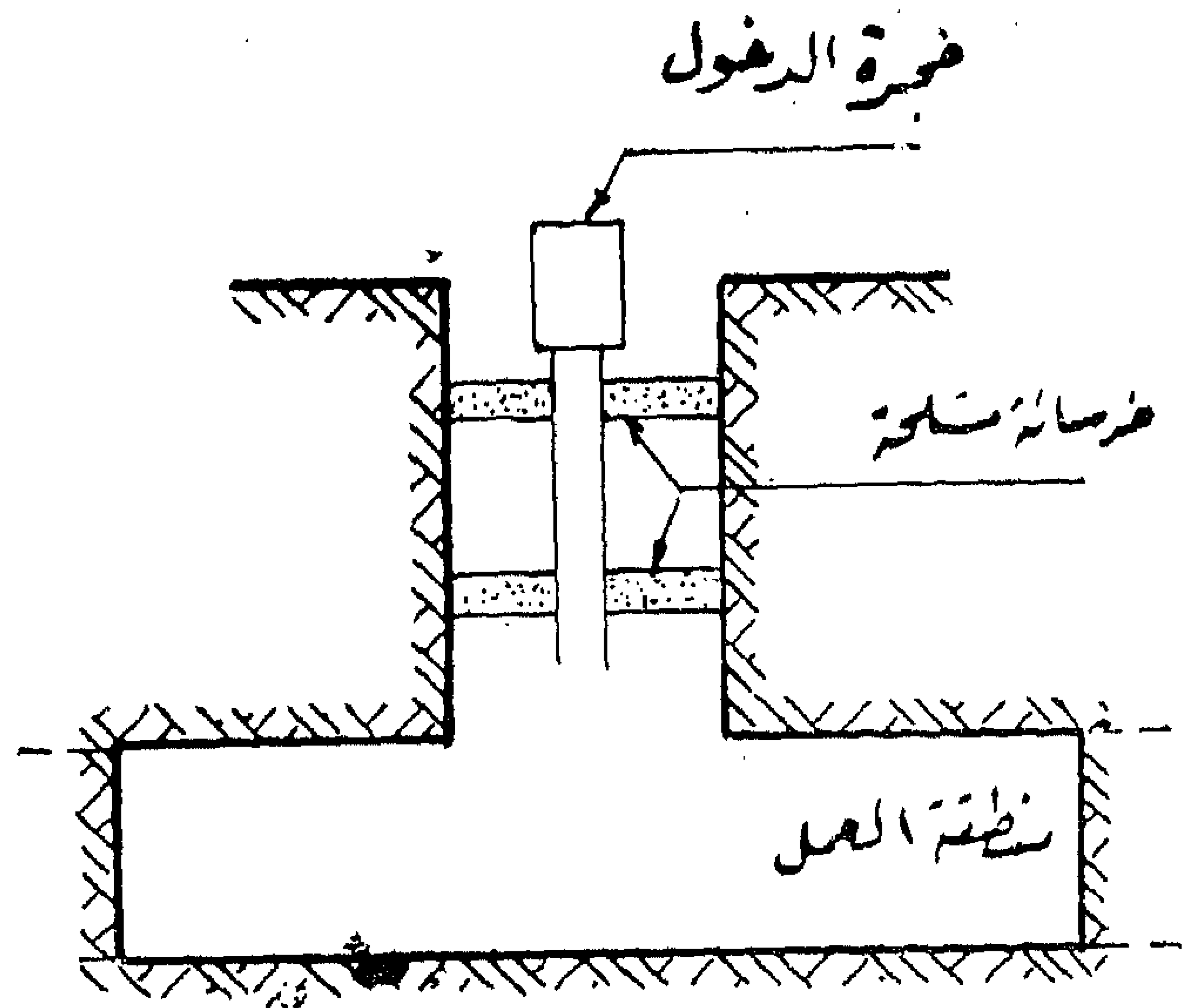
طريقة الحقن بالأسمنت

تنتشر فى مسام الأرض الرملية أو فى التشققات الموجودة فى الأرض الصخرية فتعمل على سدها مكونة إسطوانة صلبة متماسكة لا تسمح بتسرب المياه وقطرها أكبر من قطر الممر المراد إنشاؤه ثم بعد ذلك يبدأ فى العمل فى الممر بطريقة النسف العادى وعادة يكون طول الجزء المنسوف من ٢ إلى ٣ متر وهو طول خرم النسف وتتكرر عملية النسف والإنشاء حتى الوصول إلى نهاية الإسطوانة الصلبة ثم تعاد عملية الحقن مرة أخرى للحصول على إسطوانة صلبة أخرى ملاصقة للأولى ومتقدمة عليها ثم تجرى عمليات النسف وهكذا يستمر العمل حتى يتم إنشاء النفق كله أو عبور هذه الطبقات الضعيفة والوصول إلى طبقات عادية .

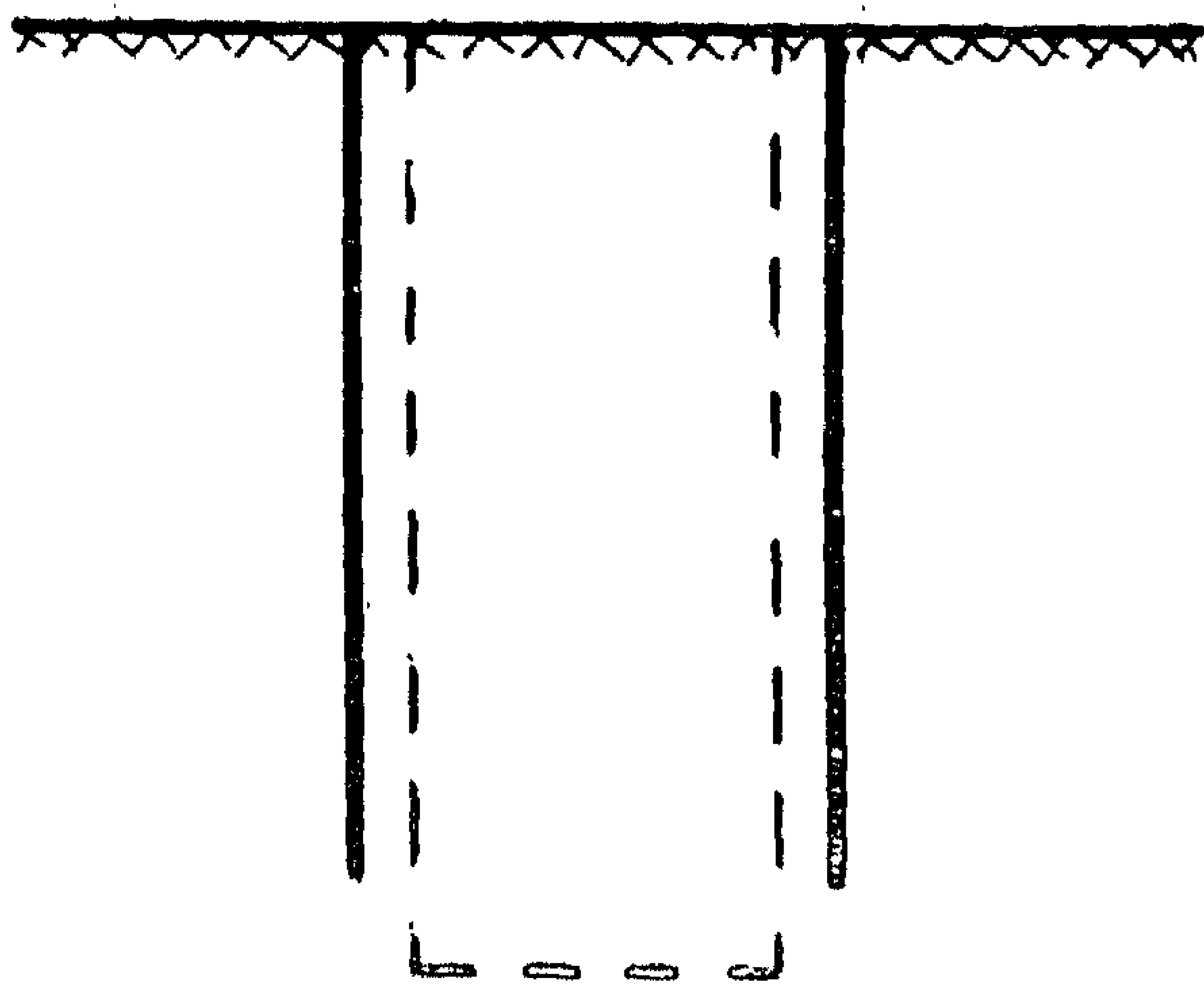
٦,٢ — الهواء المضغوط : Casisson

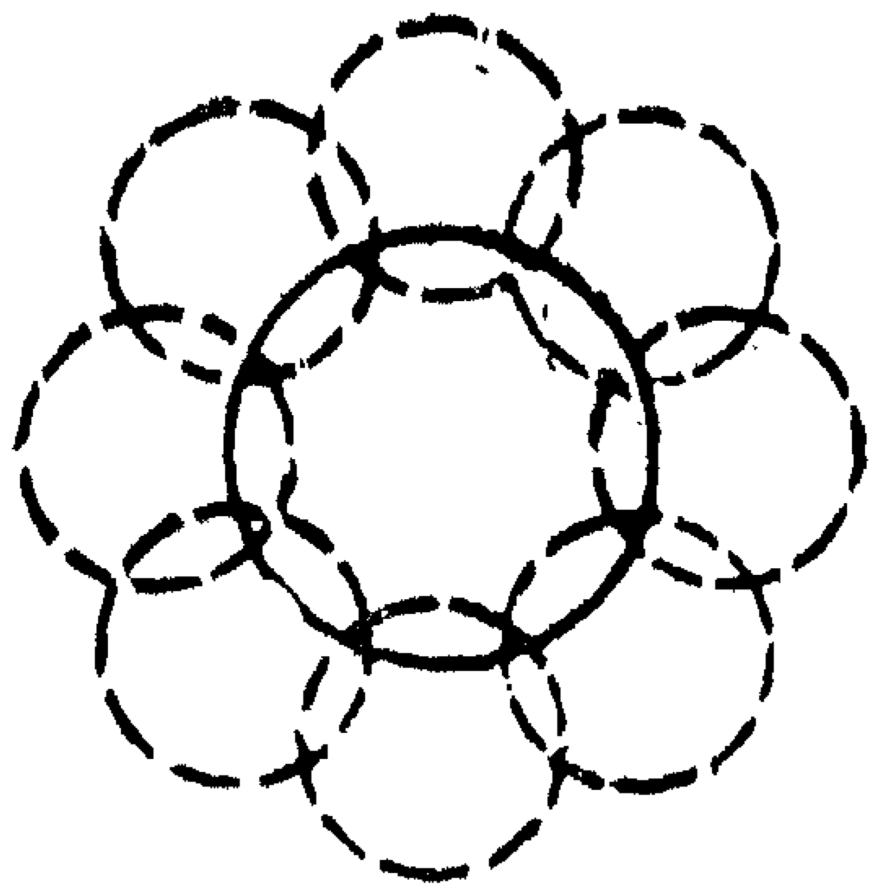
وهى طريقة قديمة ومعروفة وتستعمل فى إنشاء الكبارى والمنشآت تحت الماء وكذلك يجوز استعمالها فى إنشاء الإنفاق التى تمر فى الطبقات المغمورة تحت المياه الجوفية ويكون تطبيق هذه الطريقة بالنسبة للأنفاق وذلك باقامة سقفين من الخرسانة المسلحة سمك كل منها يصل إلى ٢ متر (شكل ١٤) فى البئر الموصل إلى النفق ثم يتم إنزال ماسورة تخترق السقفين الخرسانيين ثم يضغط الهواء فى البئر والأنفاق بواسطة مضخات خاصة للهواء وبذلك يمكن طرد أى تسرب للمياه . ويكون نزول العمال واستخراج ناتج الفحت بواسطة ماسورة خاصة تخترق الأسقف الخرسانية وتستعمل حجرة النزول من السطح وهى حجرة بها بابين للدخول أحدهما يفتح إلى الخارج ويدخل منه العمال ثم يغلق ويزداد الضغط بين البابين حتى يصبح مساوى للضغط فى داخل النفق فيفتح الباب الداخلى ثم يدخل العمال بواسطته إلى داخل البئر ومنه إلى النفق وبنفس الطريقة يتم خروج العمال .

إلا أن هذه الطريقة تعتبر فى السنوات الأخيرة غير مجدية فعلاوة على أنها لها تأثيرها السيء على صحة العمال حيث يجب أن يعملوا وهم تحت ضغط جوى قد يصل إلى ضعف الضغط الجوى العادى فإننا نجد صعوبة كبيرة فى استخراج ناتج الفحت وخاصة بالنسبة للطبقات الصخرية . ولذلك فلقد استبدلت فى السنوات الأخيرة هذه الطريقة بطريقة أخرى حديثة وهى التثليج .



(شكل ١٤) طريقة الهواء المضغوط




(شكل ١٥) طريقة التثليج

٦,٣ — التثليج Freezing method

وهى أحدث الطرق المستعملة بالنسبة للممرات تحت الأرض والتى يتم إنشاءها فى الأراضى الطينية والرملية الموجودة فى المياه الجوفية وتتلخص هذه الطريقة فى أنه قبل البدء فى تنفيذ البئر أو النفق (شكل١٥) تعمل مجموعة خروم قطر كل منها حوالى ٢٠ سم حول البئر وتحيطه وتكون المسافة بين كل خرم وآخر حوالى ١,— متر إلى ١,٥٠ متر ويجب أن تخترق كل الخروم الطبقة المطلوب تثليجها ثم تمد داخل هذه الخروم مواسير تبريد كالتى تستعمل فى مصانع الثلج لتثليج المياه ثم تبدأ فى تبريد الأرض وبها المياه الجوفية . ويجب أن يكون التبريد بطئ بحيث يكون حوالى درجتين إلى ثلاث درجات يومياً . ويستمر التبريد حتى الوصول إلى درجة حرارة بين ٢٣° و ٢٥° درجة مئوية تحت الصفر . وبذلك تحصل على اسطوانة مجمدة قطرها أكبر من قطر المنشأ المراد إقامته . ثم نبدأ فى عملية النسف والإنشاء داخل هذه الاسطوانة . مطمئنين إلى صلابة الأرض المجمدة بأنها كفيلة بمنع حدوث أى انهيار أو تسرب مياه ثم بعد صب الخرسانة اللازمة للنفق أو المنشأ المراد إقامته وعمل الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه يترك الأرض لتسخن وتعود إلى حالتها الأولى ويجب أن لا يزيد سرعة ارتفاع درجة الحرارة يومياً عن درجتين أو ثلاثة مئوية وذلك حتى نضمن انتظام عملية التسخين وعدم حدوث ضغوط زائدة على دعائم المنشأة .

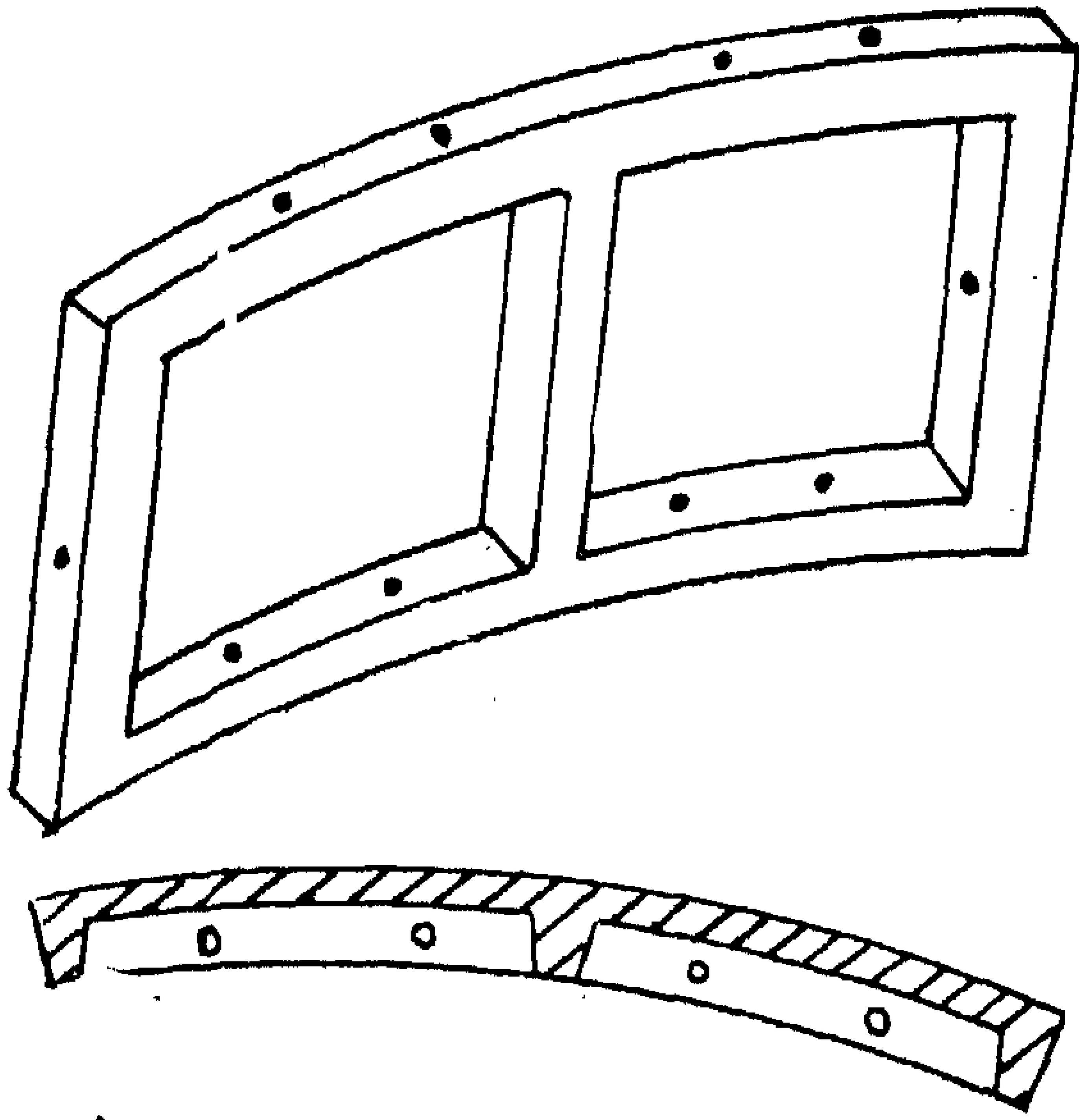
ويجب ملاحظة أنه فى هذه الحالة لا يجوز استعمال الديناميت كمادة ناسفة حيث أن الديناميت يتجمد فى درجة حرارة ١٣° درجة مئوية تحت الصفر . وفى حالة تجمده يسبب خطراً كبيراً فى نقله واستعماله . ولذلك يجب استعمال أى نوع آخر من المفرقعات .

٧ — الدعائم :

إننا فى هذا البحث لن نتطرق إلى الأنواع المختلفة للدعائم ومميزات وعيوب كل منها وكذلك طرق حسابها . بل فإن المؤلف سيكتفى باستعراض سريع للدعائم المستعملة فى الأنفاق عامـة .

٧,١ — الدعائم الجاهزة للتركيب

وعادة تكون من القطع الجاهزة من الخرسانات المسلحة المصبوبة خارج الموقع أو من الحديد (شكل ١٦) وتستعمل فى الأنفاق المستديرة حيث يتم تركيبها وربطها بعضها ببعض بواسطة مسامير خاصة .



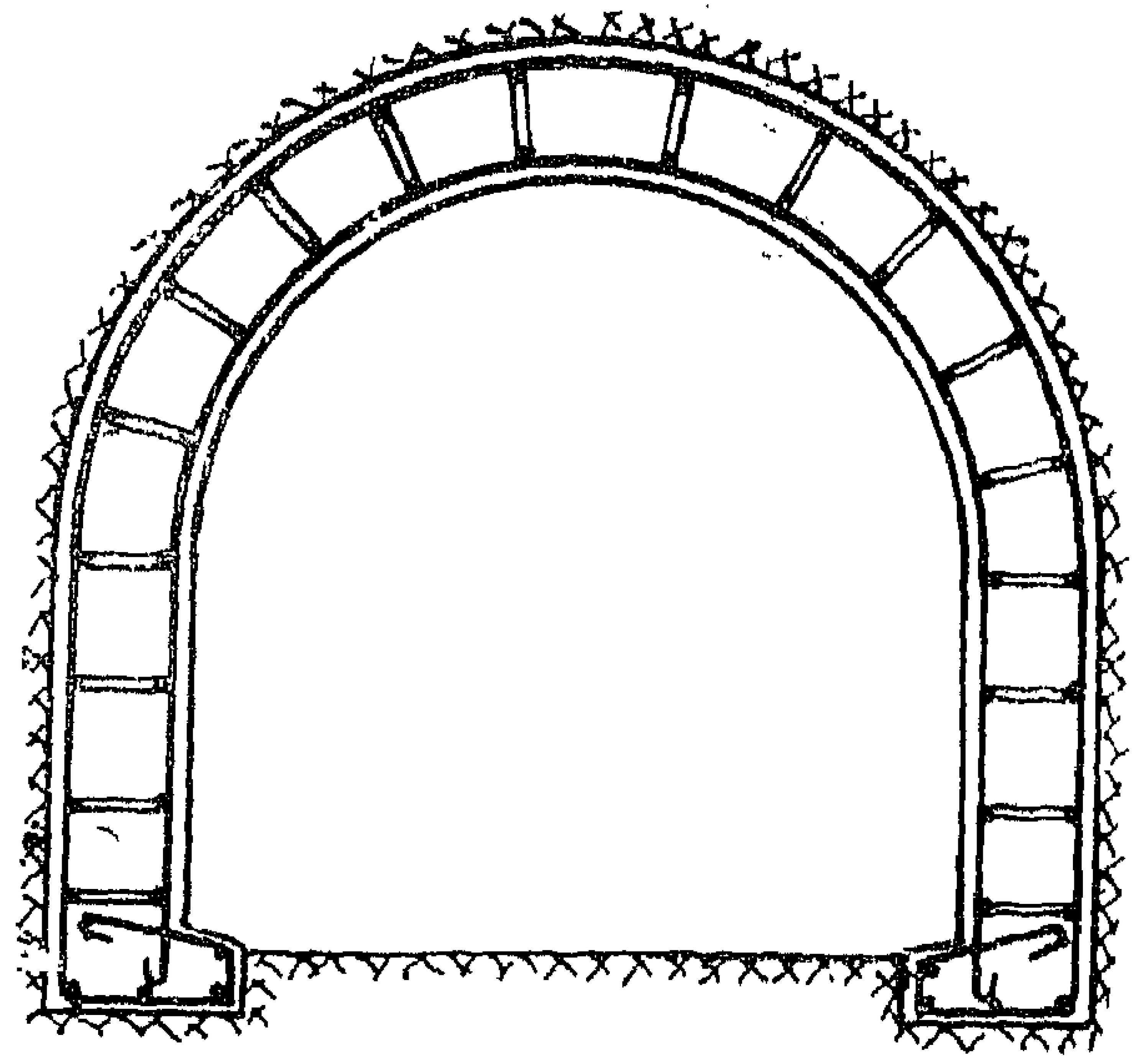
شكل ١٦) قطع من الخرسانة المسلحة او الحديد جاهزة للتركيب

وهذا النوع من الدعائم واسع الانتشار وذلك لسهولة تركيبه وسرعة التنفيذ وهو عادة كثيرة الاستعمال فى أنفاق المواصلات إلى أن استعماله محصور بالنسبة للأنفاق ذات الأقطار المتوسطة أى فى حدود ٥ — ٧ متر وفى حالة ما تكون الضغوط المتوقعة على الدعائم rock pressure غير كبيرة نسبياً .

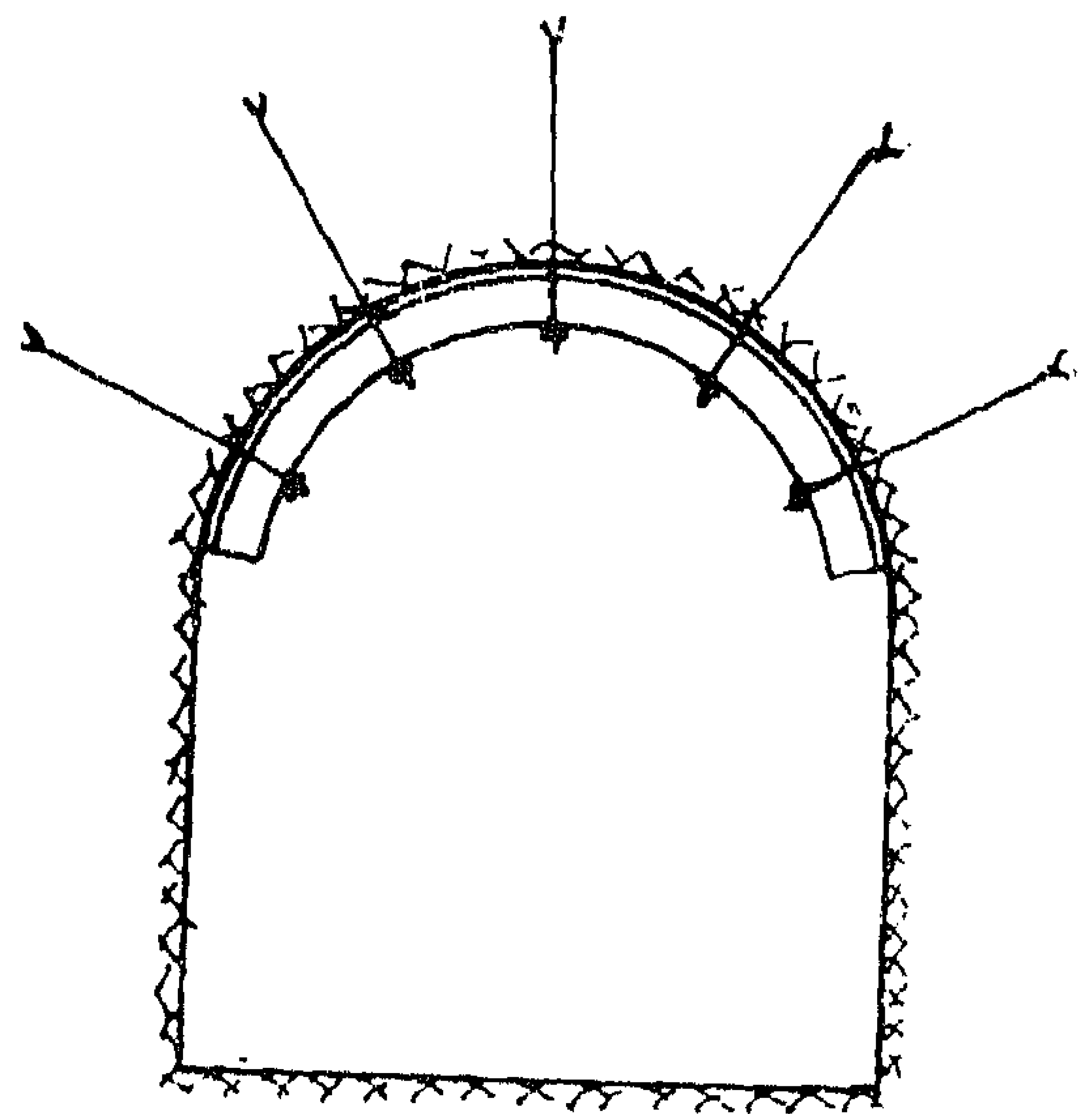
٧,٢ — الدعائم الخرسانة

وهى إما أن تكون خرسانة عادية أو خرسانة مسلحة وذلك حسب مقدار الضغوط المتوقعة . ويستعمل هذا النوع

من الدعائم (شكل ١٧) فى الأنفاق المتوسطة القطاع والكبيرة وطريقة الاستعمال أنه أثناء الإنشاء تستعمل الدعائم المؤقتة مثل الشدادات أو أى نوع آخر من أنواع الدعائم المؤقتة حتى يتم فحت جزء طويل نسبياً من المنشأ يبلغ ٢٠ أو ٣٠ متر ثم تصب الخرسانة المسلحة أو العادية فى حوائط



(شكل ١٧) دعائم من الخرسانة المسلحة مصبوبة فى الموقع

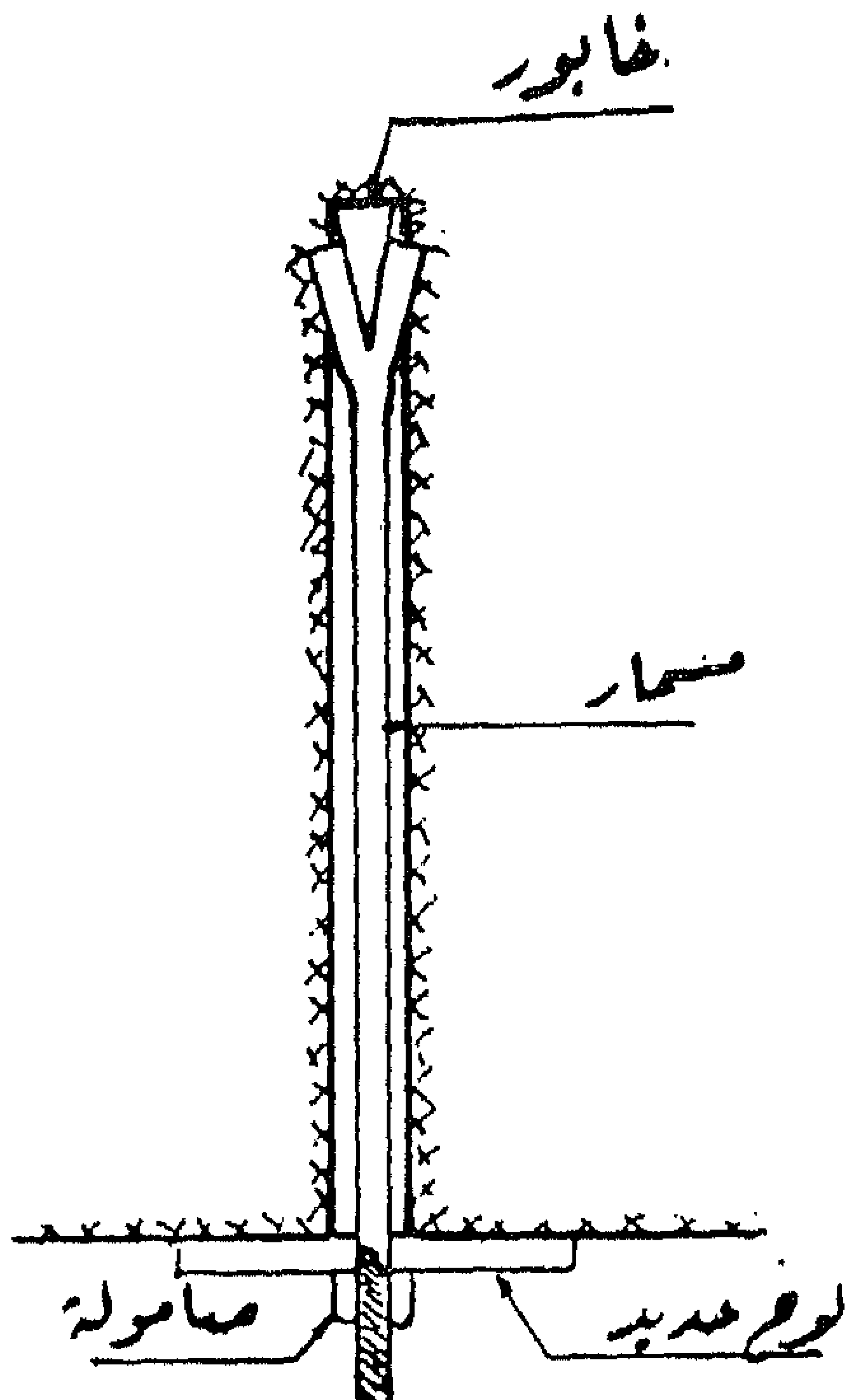


شكل ١٨) دعائم من الشداد

وسقف الممر وفى بعض الأحيان توضع فى أرضية الممر إذا توقعنا ضغط من أسفل .

٧,٣ — الشدادات Roof bolts :

هذا النوع من الدعائم (شكل ١٨) يستعمل كدعائم مؤقتة ولا يجوز استعماله إلا فى الأراضى الصخرية والمتماسكة . وتتلخص فكرة استعماله أنه عند إنشاء الممر تتكون مجالات قوى حول الممر وتتكون الإجهادات عالية فى الصخور الملاصقة للممر التى لا تتحمل هذه الإجهادات فتنكسر وتسقط فى داخل النفق ، ولتلافى سقوطها تثبت شدادات فى المنطقة الداخلية فى الصخر بعيداً عن محيط الممر ذات الإجهادات الأقل وتكون هذه المنطقة عادة على بعد من —,١ متر إلى —,٢ متر من النفق ويمكن حسابها رياضياً . ويربط فى طرف الشداد لوح من الحديد يربط جميع الشدادات من عند سطح الممر ويكون بمثابة وسيلة ترتكز عليها الصخور المهشمة والذى يرتكز بدوره على الشدادات المثبتة فى الصخور الأكثر صلابة .



(شكل ١٩) الشداد

والشداد الرابط يتكون من أربع أجزاء رئيسية :

(ا) المسمار (ب) الخابور (ج) لوح حديد (د)صامولة ويكون به قلوظة من ناحية ومن ناحية أخرى به شرخ بحيث يكون له شكل الرقم ٧ (شكل ١٩) .

والتركيب الشداد يعمل خرم فى سقف النفق بالطول المطلوب ويركب الخابور فى نهاية المسمار فى الجزء الموجود على شكل الرقم ٧ ويدخل فى الخرم حتى نهايتـه وبالدق على نهاية المسمار ينزلق الخابور داخل شرخ المسمار ويعمل على اتساعه وبالتالى ينحشر فى حوائط الخرم ونستمر فى الدق حتى نحصل على الثبات المطلوب ثم بعد ذلك يربط اللوح الحديد ويثبت بالصامولة حتى نحصل على التضاغط المطلوب بين اللوح وصخور السقف .

٨ — المصطلحات والرموز :

a = معامل ملء الخرم بالمفرقعات

e = معامل يتوقف على طريقة وضع وتثبيت المفرقعات

f = معامل يتوقف على طريقة رسوب الصخور فى باطن الأرض ووجود فراغات وتشققات بها .

k = عدد ماكينات التخريم

l = طول خرم النسف

l′ = الطول المنسوف من الخرم

l_1 = الطول المحشو بالمفرقعات من الخرم

N = عدد خروم النسف

n = عدد الماكينات المستعملة فى إزالة ناتج النسف

P = كفاءة ماكينة ناتج النسف

Q = كمية المفرقعات اللازمة للمتر الطولى من النفق

q = كمية المفرقعات اللازمة لنسف المتر المكعب من الصخر فى النفق

q_1 = كمية المفرقعات اللازمة لنسف المتر المكعب من الصخر فى التجارب العملية

S = مساحة قطاع المنشأ

T = الزمن اللازم لدورة العمل

t_1 = الزمن اللازم للتخريم

t_2 = الزمن اللازم للنسف والتهوية

t_3 = الزمن اللازم لرفع ناتج النسف

t_4 = الزمن اللازم لوضع الدعائم والأعمال الإضافية

u = حجم المتر الطولى من الخرم

v = معامل يتوقف على سطح قاع الممر كفاءة ماكينة التخريم وسرعتها فى التخريم

$\triangle$ = كمية المفرقعات التى يمكن وضعها فى المتر الطولى من الخرم

δ = زاوية ميل الخرم على سطح النسف

∞ = زاوية ميل الخرم على سطح النسف

η = كفاءة الخرم أثناء عملية النسف

REFERENCES

1) Bezpalie and others : Pre-cast units for under-ground constructions. Kiev 1961.
2) Emam, H.M. : Kind of supports for under-ground constructions Moscow 1962.
3) Nasonov, L.N. : Supports for under-ground excavations. Moscow 1959.
4) Pakrovsky, N.M. : Construction of horizontal and inclind under-ground excavations Moscow 1955.
5) Pakrovsky, N.M. : Under-ground constructions. Part I and II Moscow 1962.
6) Symposium on shaft sinking and tunnelling. London 1959.

ملخص الموضوعات بالقسم الإنجليزى

التماسك بين الخرسانة وحديد التسليح

للأستاذ الدكتور أحمد العريان
والدكتور المهندس وفيق البشلاوى

يختص هذا البحث بدراسة مدى تأثير كل من التغير فى نسب مكونات الخلطة وقط أسياخ التسليح والطول المغلف منها على مقاومة التماسك بين الخرسانة وحديد التسليح . وقد أمكن التوصل إلى نتائج هامة عديدة منها زيادة مقاومة التماسك بزيادة محتوى الأسمنت بينما تتسبب الزيادة فى نسبة ماء الخلط إلى الأسمنت فى نقص مقاومة التماسك ، كما أن مقدار الإجهاد الكلى المتوسط للتماسك يتوقف على مقدار كل من قطر حديد التسليح والطول المغلف منه فى الخرسانة إذ تقل مقاومة التماسك بزيادتها .

تصميم الهياكل الطيرانية الحديثة

للدكتور المهندس محمد عزت محسن

تستعرض هذه المحاضرة باختصار التطورات التى أدخلت على تصميم الهياكل الطيرانية لزيادة كفاءتها . واكتفى فقط بالهياكل التى لا تزيد سرعتها عن ضعف سرعة الصوت . كما تقدم المحاضرة مقارنة سريعة بين المواد المستحدثة وطرق الإنشاء المختلفة وكذا تأثير زيادة السرعة واستخدام ماكينات الدفع النفاثة وما تبعه من تغيير فى شكل التخطيط العام للهيكل على طريقة التصميم وحساب الإجهادات .

تركيز الإجهادات فى الأسطح القشرية

للدكتور المهندس حسن عاطف عبد الوهاب

يعالج البحث تركيز الإجهادات حول الفتحات وأماكن التقوية التى تظهر فى تصميم الخزانات وهياكل الطائرات والسيارات .

وقد استنبطت نظرية عامة للأسطح القشرية تصلح لدراسة هذا الموضوع كما يمكن تطبيقهـــا على البلاطات باعتبارها حالة خاصة .

ويتضح من الأمثلة أن تركيز الإجهادات فى الأسطح القشرية أكبر منه فى البلاطات المناظرة سواء كانت فى حالة أماكن التقوية التى تسبب حالة تثبيت للسطح أو الفتحات التى تسبب إضعافه .

تآكل المواد نتيجة لتصادم جزيئات الجوامد بها

للأستاذ الدكتور ايان فينى
والدكتور المهندس يحيي قابيل

يهدف هذا البحث إلى دراسة مقاومة المعادن المطيلة والمعادن الهشة للتآكل نتيجة لتصادم جزيئات الجوامد بسطح المعدن ولقد أظهر من هذه الدراسة تباين سلوك المعادن المطيلة والهشة فى هذا الاتجاه وأن مقاومة المعدن عامة تتوقف على زاوية ميل مسار الجزيئات بالنسبة لسطح المعدن وكذلك على خواص الجزيئات وحجمها وسرعتها وأمكن فى حالة المعادن المطيلة حساب كمية التآكل التى تحدث فى المعدن نتيجة لتصادم وزن معين من الجزيئات بسطحه كما لوحظ فى حالة المعادن المطيلة تكون تموجات منتظمة على سطح المعدن المتآكل وأن تكون هذه التموجات وأبعادها يتوقف على زاوية ميل الاصطدام بالإضافة إلى مطولية المعدن وخواص الجزئيات .

الانفعالات فى الأجسام المرنة ومعدلاتها فى الموائع بصورة موحدة

للدكتور المهندس محمد اسماعيل راشد

بينما يمكن كتابة معادلات المجالات الخاصة بالانفعالات فى الأجسام المرنة ومعدلات الانفعالات فى الموائع بصورة موحدة ، بينما العلاقة بين الجهود والانفعالات فى الأجسام المرنة وبين الجهود ومعدلات الانفعالات فى الموائع النيوتينية متشابهة تماماً إلا أن السؤال الذى تناقشه المحاضرة هو لماذا لايوجد إذن تشابه فى الحلول مع العلم بأنه يمكن ملاحظة وجود تشابه رياضى بين مسائل كثيرة .

السلوك الانتقالى لأبراج التقطير النازعة

للأستاذ الدكتور محمد على صالح
والمهندس محمود عبد الحكيم الرفاعى

يصف هذا البحث السلوك الانتقالى لأبراج النزع بالبخار ، وذلك عن طريق تتبع التغيرات التى تحدث فى تركيب المنتجات الناتجة عندما يمر برج ذو صوانى من مستوى تشغيل ثابت معين إلى مستوى آخر .

وقد قورنت منحنيات السلوك التى يحصل عليها نظرياً بالنتائج العملية التى حصل عليها من تجارب على برج تجريبى ذى خمس صوان مستخدماً مزيجاً من الاسيتون والماء . وقد اختيرت تسع حالات مختلفة لإمكان تحديد تأثير النظام النسبى للخليط ومعدل التغذية على سلوك هذه الوحدات .

ولخصت النتائج فى عدد من المنحنيات التى تبين بوضوح تأثير ظروف عوامل التشغيل على التجاوب الاستاتيكى والديناميكى للأبراج النازعة بالبخار .

REFERENCES

1. Clarkson, B.L. and Ford, R.D., "The Response of a Typical Aircraft Structure to Jet Noise". J.R.A.S., Jan. 1962.

2. Clarkson, B.L., "The Design of Structures to Resist Jet Noise", J.R.A.S., Oct. 1962.

3. Courtney, A.L., "Some Considerations Affecting the Design and Operation of Supersonic Civil Transports", J.R.A.S., Sept. 1964.

4. Lundberg, K.O., "Speed and Safety in Civil Aviation", Flygteknisha Försöksanstallen, "The Aeronautical Research Institute of Sweden", Report No. 94, 1963.

5. Newton, E., "The Investigation of Aircraft Accidents", J.R.A.S., March 1964.

6. "Supersonic Transport Aircraft", Discussion, J.R.A.S., Feb. 1961.

7. Royal Aeronautical Society Centenary Journal, 1966.

6. Large machined components of thin sections can be expensive due to the distortion problems arising during manufacture necessitating a large number of finished cuts.

Against all that should be set the gain in reliability and direct operating costs that should accompany the integral construction since the airframe should last longer and/or should need less maintenance as mentioned before. An increase in life by a factor of 3 should be expected (elimination of fretting). at the expense of more costly repairs from accidental damage.

2.5.3. IMPROVED INTEGRAL PANEL CONSTRUCTION.

In this improved construction the advantages of bonded and integral constructions are brought together. It consists of a basic machined skid component to which the stringers are added by bonding (Fig. 18). The leg of the stringer is machined into a similar taper produced by machining short lips on the interior surface of the plank. The adhesive is approximately on the neutral axis of the panel and the shear stress at the adhesive line is usually small.

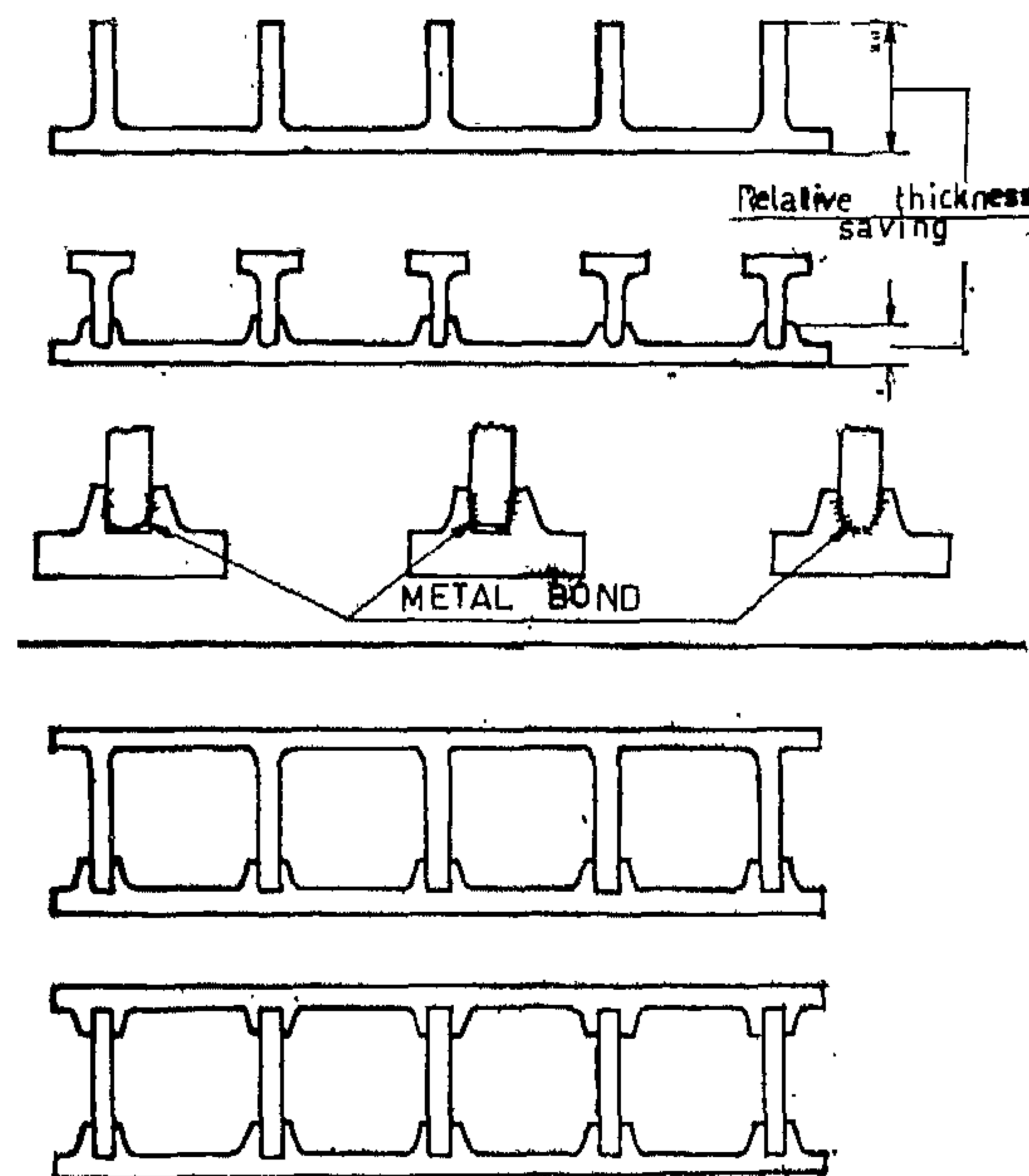


Fig. 18.

The advantages of such construction are :

1. Flaged construction impossible without the increased cost/kg of weight saved.
2. The bonded line acts as a crack stopper between the stringer and the skin.
3. Saving of production costs due to reducing the thickness of the billet to about 53% of that for integral construction.

discrete thicknesses along the span are replaced by a continuous variation. Fig. (16), taken from a paper by M.E. Burt shows the weight saving by the provision of ideal taper in skin and stringers and the elimination of joints.

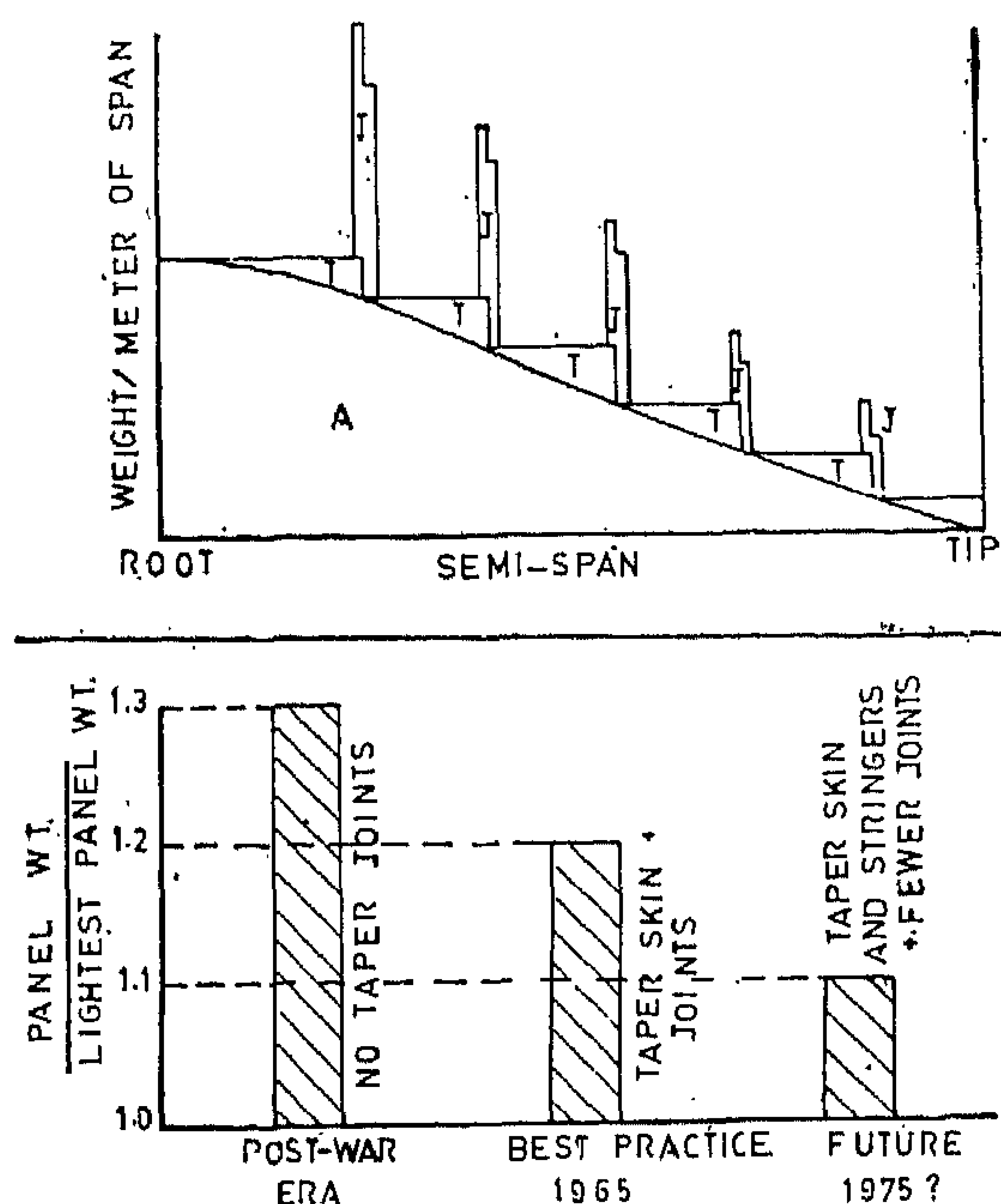


Fig. 16.

In order to compare the integral with the built-up construction from the weight as well as the cost point of view, compression panels (3 × 0.6 meter with bay length of 25 cm.) carrying a load of 250, 90 or 35 kp/mm, are compared.

Fig. (17) shows the weight and cost comparison of 3 constructions without variation in section

(i) Integral construction with flanged stiffeners.

(ii) Integral construction with unflanged stiffeners.

(iii) Built-up construction with Z-section stringers.

LOAD Kp/mm	Construction	WEIGHT Kg/m²	COST £	WEIGHT SAVING Kg/m²	TOTAL WEIGHT SAVING Kg	COST PER Kg SAVED £
250	1	18.930	247	0.070	0.126	1240
	2	19.450	204	0.350	—	—
	3	11.100	91	—	—	—
90	1	7.000	187	0.650	1.170	54.5
	2	7.155	144	0.495	0.890	23.6
	3	7.650	123	—	—	—
35	1	2.370	305	1.380	2.480	77.0
	2	3.905	145	0.845	1.520	20.4
	3	4.750	114	—	—	—

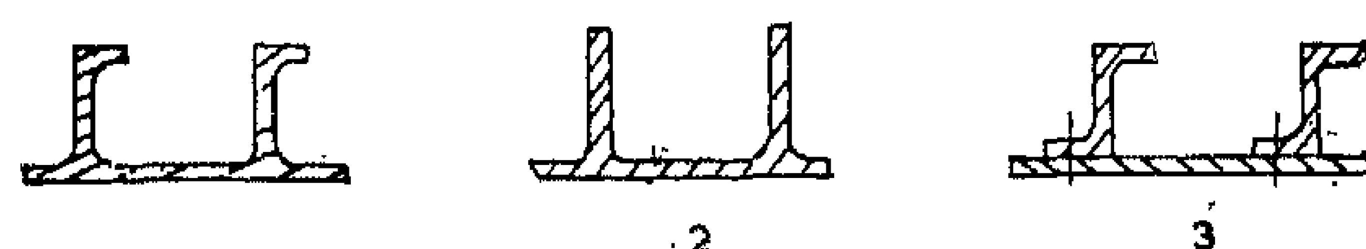


Fig. 17.

Cost excludes tooling and assumes a production run basis.

For a 250 kp/mm panel, the unflanged integral construction is heavier than the built-up construction, while the flanged integral construction is lighter. However this last type of construction costs £ 1240 per kg. saved. In the case of the 90 and 35 kp/mm panels the cost per kg saved is reasonable. The comparison will be complete and the choice can be made once the true value of the weight saved in a particular application has been determined.

Against the pros of the integral construction there are cons such as :

1. Double curvature is difficult to introduce and single curvature more expensive to achieve.
2. Modifications and repairs are more difficult.
3. Heavy capital equipment costs.
4. Appreciable material wastage.
5. Tooling is expensive .

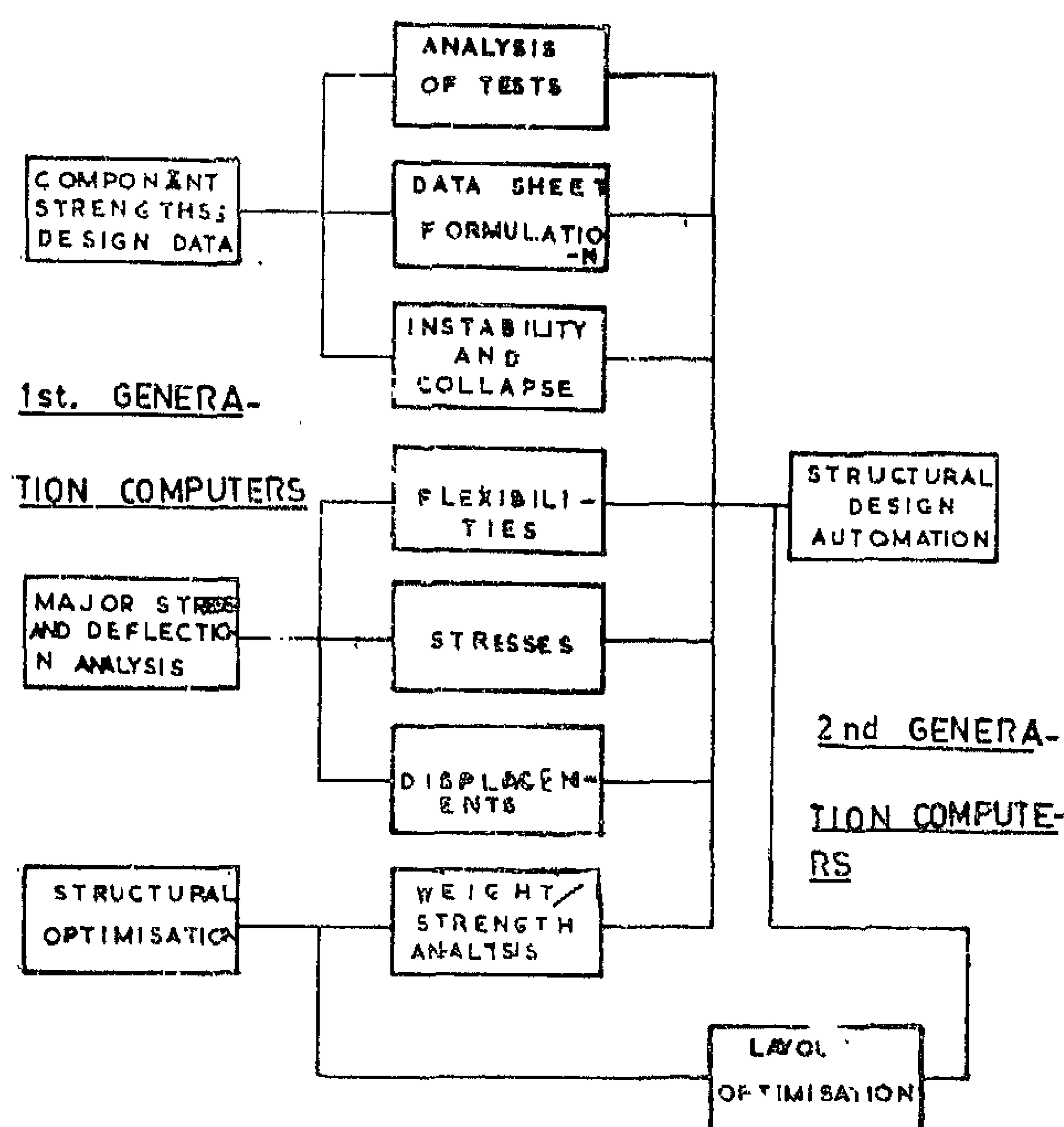


Fig. 14.

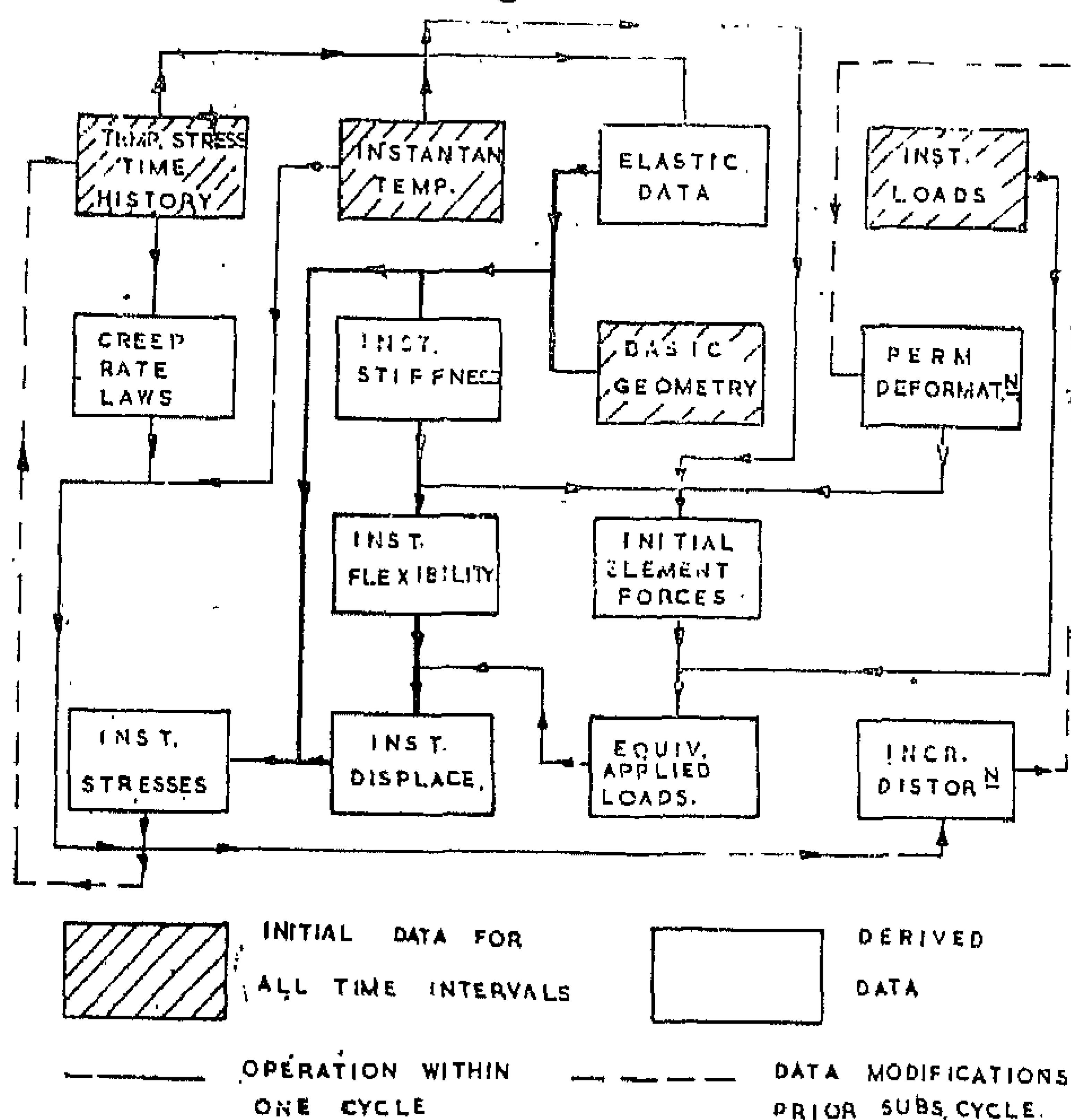


Fig. 15.

2.5. DETAIL DESIGN :

Aircraft structural engineers have long been intrigued by the possibility of eliminating the thousands of assembly operations involved in the conventional skin and stiffener riveted construction. Perhaps one major advance in modern airframe design is the introduction of the bonded and the integral constructions.

2.5.1. THE BONDED CONSTRUCTION.

Metal-to-metal bonded elements are now possible with a wide range of adhesives possessing high efficiency. A great deal of data has been accumulated in recent years demonstrating the increased structural efficiency which can be achieved with the use of bonded elements. Such construction provides continuous attachment for, say, stringers to skins as opposed to the local attachments on the fatigue strength of joints is shown in (Fig. 8). Additional advantages are of course :

(i) the flush exterior finish resulting from the elimination of rivets.

(ii) the ease of sealing the structure, especially in the case of pressurized-cabins, by the elimination of rivet holes.

(iii) elimination of the rivet holes also increases the effective cross sectional area.

(iv) the continuous attachment prevents local failures of compression members.

(v) the bond acts as a crack arrestor between, for example, the skin and the stringer.

2.5.2. THE INTEGRAL CONSTRUCTION.

Integral construction applied to aircraft covering is a way of making a skin-stringer combination. Possible methods of fabrication are forging, extruding or machining from solid slabs. The latter method is the one most used nowadays. The integral constructions have provided competition for bonded constructions by concentrating the structural material to suit the applied load. It is now finding its level and was used on the Buccaneer, the Vanguard and VC10.

With the integral construction it is possible to increase the buckling strength of flat panels by suitable variation in thickness across the width. This in addition to the obvious saving that comes when a series of

perature difference will depend on thermal conductivity, radiation characteristics... etc. Although such thermal stresses have some effect on the static strength of the airframe yet it is likely that fatigue implications will be far more critical. The reasons for that are :

1) The stresses induced may well be of the same order as the 1g wing stresses and 1p fuselage hoop stresses experienced on current aircraft and which are the major contributers to fatigue damage.

2) The most critical areas are likely to be hidden away inside the structure and early detection of failures thereby rendered difficult.

c) The added effect of creep under sustained load on the permanent deformation of the airframe :

Fig. (13) shows the stress-creep deformation curve resulting from 30,000 hours exposure of 24ST86 alloy at 150 °C.

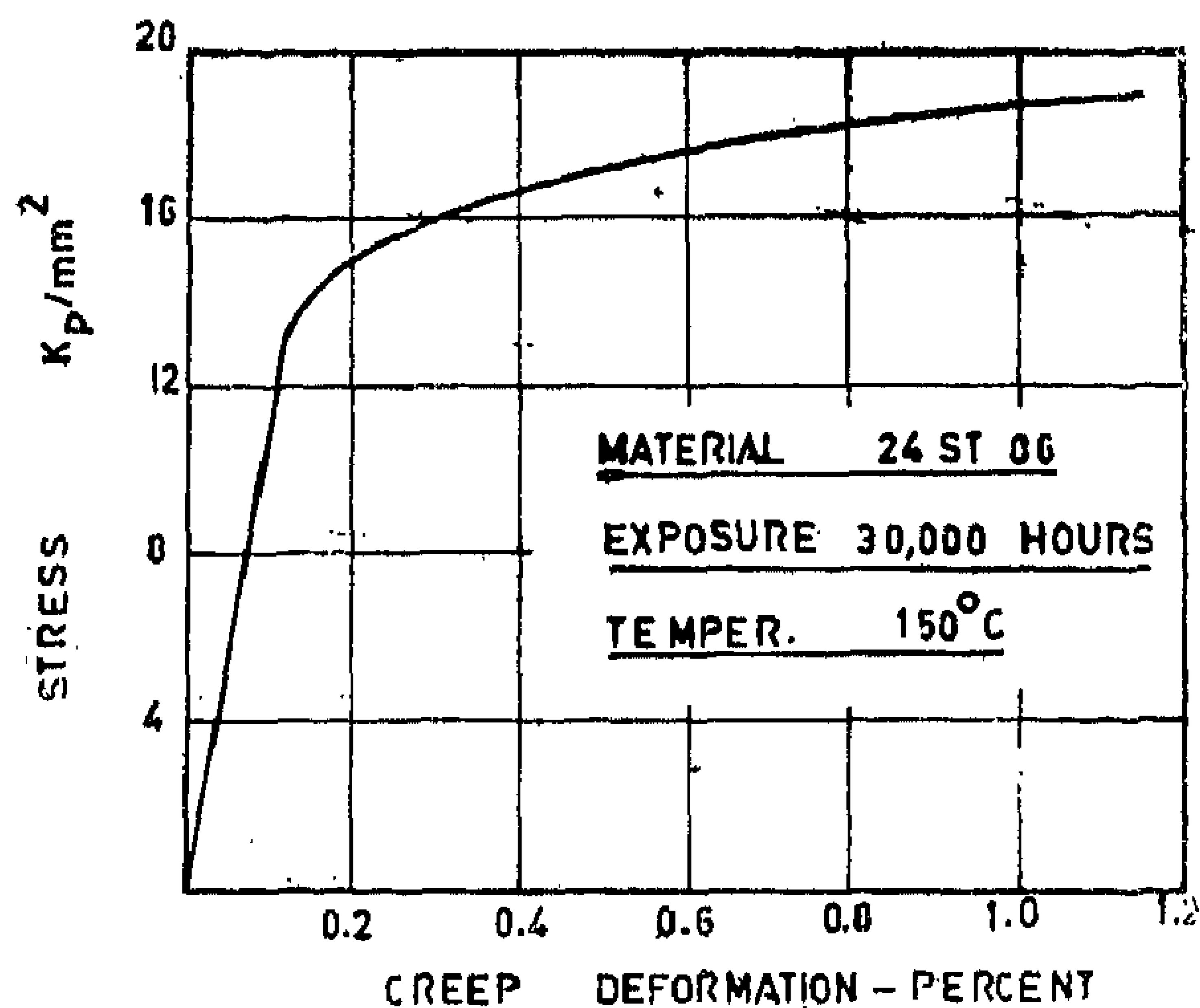


Fig. 13.

Superficially, it would appear that if a reasonable margin of safety against creep rupture is to be obtained, then the stress level during the supersonic flight phase should be kept below some critical value depending upon the temperature and material used: There is, however, another problem. All parts of the airframe will not be under the same stress or at the same temperature and creep deformation will, therefore, develop at different rates. The result will be the progressive build-up of a self-equilibrating stress system which may well be significant. Instability characteristics and the pattern of fatigue stresses may change by the continuous change in local mean stress levels.

2.4. — STRESSING :

The new configuration of the airframe, connected with the use of jet engines and possible increased speed, is a large slim delta or swept wing with the body to a large extent integrated with the wing. This type of airframe being highly redundant, presents the most severe current problem to the stressman. Take for example the spscific case of a fuselage : the number of main internal resultants giving a reasonable detailed picture of the stress distribution in the cover and rings may easily exceed, say, $3x10^3$ for a medium size aircraft and may be of the order of 10^4 and above for a major transport craft. Similar magnitudes apply to the wing and tail units.

Moreover the new design conditions, especially that of kinetic heating, have added considerable complication to the basic stress analysis. This scale of redunduncies and complications in the stressing of the modern airframe made the conventional methods of iteration and relaxation fade away, at least in their origidal form unconnected with the digital computer which has now become the only tool for the solution of such problems. The direct benefits of the digital computer to the designer lie in its ability to perform large amounts of routine arithmetic in a short space of time, using geniuosly the old iteration and relxation methods. Fig. (14) shows some of the most important applications of the digital computer in the airframe analysis and design. Fig. (15), however, shows the flow diagram of the numerical stress analysis cycle for transient conditions with thermal stress and creep.

Fig. (10) shows an example of the effects on the wings resulting from the interaction of the aerodynamic, elastic and interia forces. These are divergence, aileron reversal, wing aileron flutter and flexure-torsion flutter. The first two are static in the sense that they depend only on aerodynamic and elastic forces so that the critical speeds at which they occur are independent of the inertial properties of the wing. The second two entail oscillation so that in addition inertial forces came into play.

These different effects are illustrated Fig. (11) where boundaries are drawn to show the stiffness criterion at which each came into play.

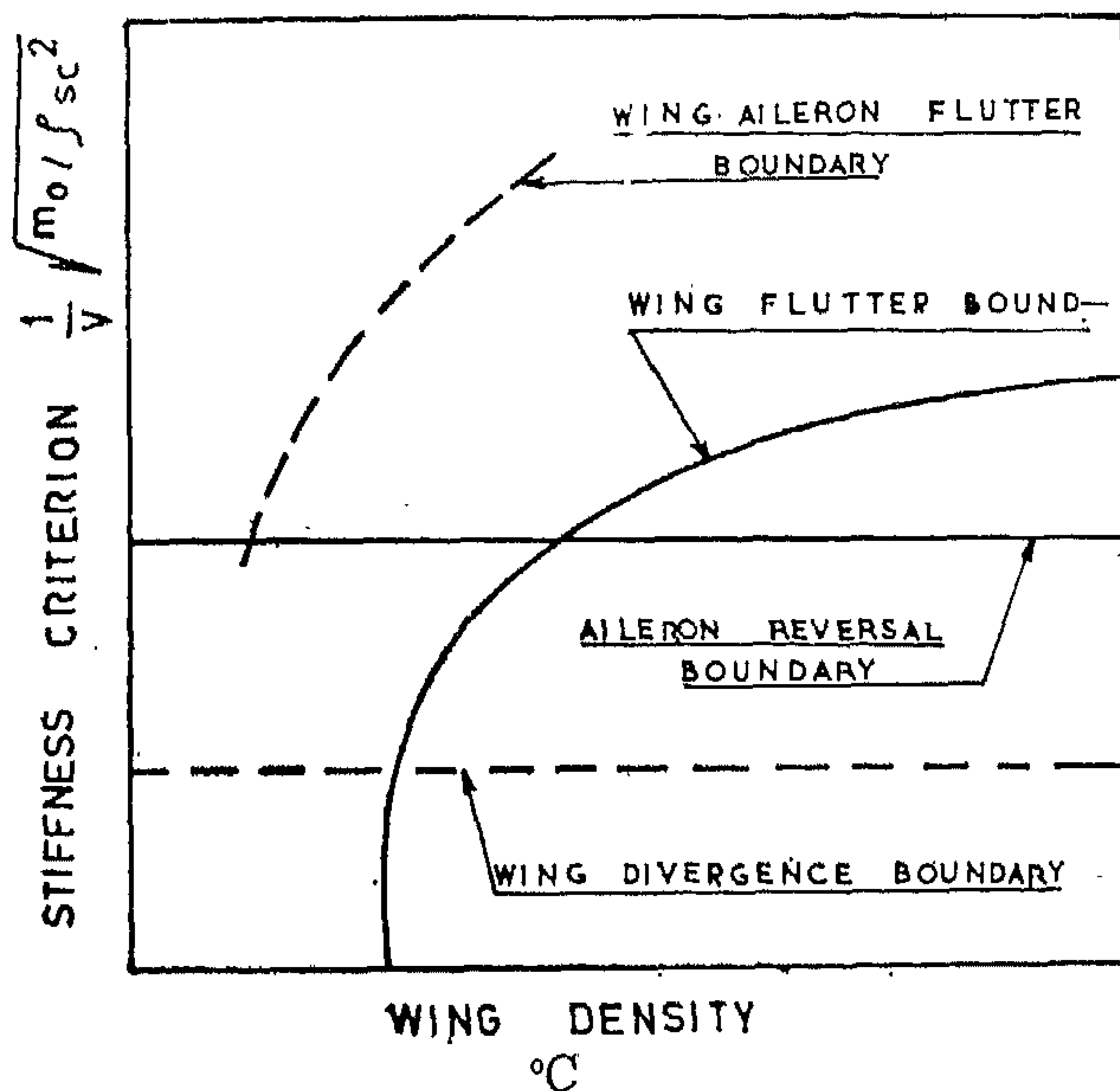


Fig. 11.

A major prodlem in aeroelastic wolrk is to know the aerodynamic forces on an oscillating body — the oscillatory derivatives. We are now in process of replacing the old established strip theory by aerodynamic influence matrices. Moreover, the new structural analysis techniques such as the force and displacement methods of Argyris, combined with a "lumpedmass" concept and the use of digital computers, made the solution of many degrees of freedom flutter problems possible and practicable.

2.3.3. — KINETIC HEATING :

Kinetic, or aerodynamic heating as a design condition brings about three factors :

a) The effect of high temperatures on the mechanical properties of the structural materials :

Fig. (12) shows the effect of temperature variation on al. alloy properties. The structural temperature likely to be reached on an aircraft cruising at Mach about 2 is of the order of 120°C. At such a temperature the decrease in tensile strength of 24ST81 is reasonable whilst that of 75ST6 is nearly 50%: Accordingly such materials as 75ST6 aluminium zinc alloy should be eliminated for the construction of supersonic airframes.

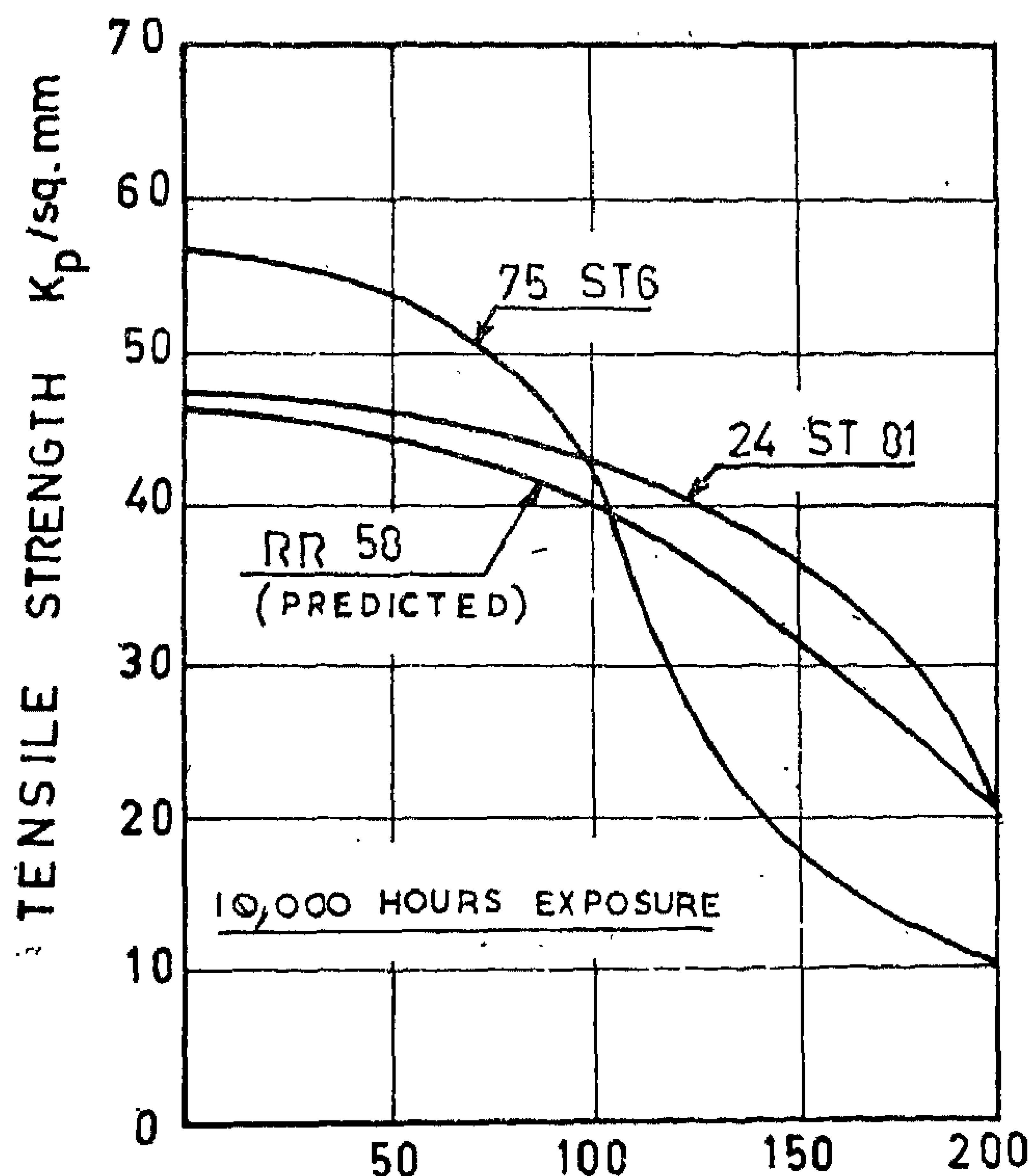


Fig. 12.

b) The effect of temperature gradients :

The effect of a temperature gradient in the airframe is to introduce a self-equilibrating stress system, the magnitude of the stresses involved depends upon the relative areas, relative moduli of elasticity and temperature difference. The tem-

a) The "Multi Structure" or "Multi Load Path" method, in which the structure is essentially a redundant structure of many members all of which share a certain load. If one member fails the load carried by that member is divided between all the others. Multi-spar wings are often built with this principle in mind.

b) The "Double Structure" is rather similar in concept and simply means the use of two smaller members in place of one large one. It is also particularly effective where it is imperative to arrest fatigue cracks e.g. in wing spar booms.

c) The "Back-up Structure", which is more often incorporated in pressure cabin passenger windows, together with a substantial safety factor.

The trend today in structural designs which embody aluminium alloys is generally away from the fatigue prome high strength alloys and towards the "Fail Safe" philosophy. Recent designs of transport aircraft have to a large extent discarded the "zinc-rich" alloy in favour of a lower strength "copper-rich" alloy which has remained crack free or in which the rate of crack propagation is much slower.

The combination of "Fail Safe" design philosophy, lower stress concentrations and a less prone fatigue light alloy offers more confident promise for the future.

The second aspect of the fatigue problem is that of the loading actions which induce it. The airframe is usually more vulnerable to repititions of lower dynamic loads. This follows from the fact that in service an aircraft-particularly a civil aircraft-meets in a given time a far greater number of lower dynamic loads than of higher loads. It is becoming accepted that the most dangerous loads to the fatigue life of the airframe are those that raise or lower the steady stress in level flight by about 7%.

While turbulence predominates (at least on civil aircraft) other fatiguing actions cannot be ignored. Once in every flight, cabin pressure is applied and taken off, flaps and undercarriage are raised and lowered. Ground actions in taxying and landing have some effect. Jet noise, boundary layer instabilities and buffeting might all cause fatigue failure since each may produce high frequency pressure changes.

Acoustic fatigue, due ta jet efflux, usually occurs when the relative velocity between the jet efflux and the surrounding air is a maximum that is at full engine thrust when the aircraft is just beggining its take-off run. As the forward velocity of the aircraft is increased, the shear velocity at the edge of jet decreased and thus the noise level decreased. This has led to a variation in take-off procedure, the aircraft has to start its take-off run at less than maximum thrust, and the thrust increased as the forward speed velocity is increased.

For parts of the airframe subjected to jet noise effects, panels of honeycumb construction have a number of advantages, such as vertually eliminating panel vibration, the comparative absence of rivited connections and they also have good damping properties. Of course the best way to overcome the problem of acoustic fatigue seems to be to lay out the aircraft so that no part of the structure lies within the near jet-noise field.

2.3.2. — AEROELASTICITY

The term earoelasticity covers that complex of phenomena that arise from the fact that an aeroplane is not a rigid body, i.e. the dynamics of the deformable aircraft. It concerns the stiffness and inertia distributions. With the increased Mach number and the accompanying slenderness of the design the problems from flexibility are accentuated. Early in the design stage a dynamics approach should be carried to keep down the response of the airframe by the distribution of mass and stiffness or even by the use of artificial devices.

decrease in fuel consumption for a given performance. However, the redistribution of weight resulted in an increase in bending moment and shear force at both wing root and fuselage center section (Fig. 7).

Moreover, due to the increased speed of the aircraft and to minimize drag, the aerodynamic surfaces have become thinner, the aspect ratio has become lower and the leading edges have become swept back. The conventional beam theory as applied to high-aspect ratio surfaces, is no longer adequate. In beam theory, beding and torsion are uncoupled due to the existence of an elastic axis which is not the case with low-aspect-ratio surfaces.

2.3 DESIGN CONDITIONS.

The increase of aircraft speed and the corresponding changes in layout resulted in some extra design conditions such as :

2.3.I. FATIGUE.

Fatigue is now perhaps the dominant design condition of the airframe. With the revival of civil aviation after the war, air liners had a greater utilisation and a longer working life. Higher speeds meant heavier bumps in turbulence. Mean stresses had risen with wing and structure loadings. New alloys had come into use having greater static strength but not proportionally greater fatigue strength.

Joints are often the foci of fatigue cracks, in part because of high level stresses, in part because relative movement between surfaces in the joint results in fretting. Fig. (8) shows the failure envelope for typical aircraft joints.

There are two schools of thought for the fatigue design of the airframe :

a) *The "Safe life" school :* which favour the policy of designing airframe members, the failure of which would endanger the whole aircraft, with great care and then specifying a safe life based on laboratory tests.

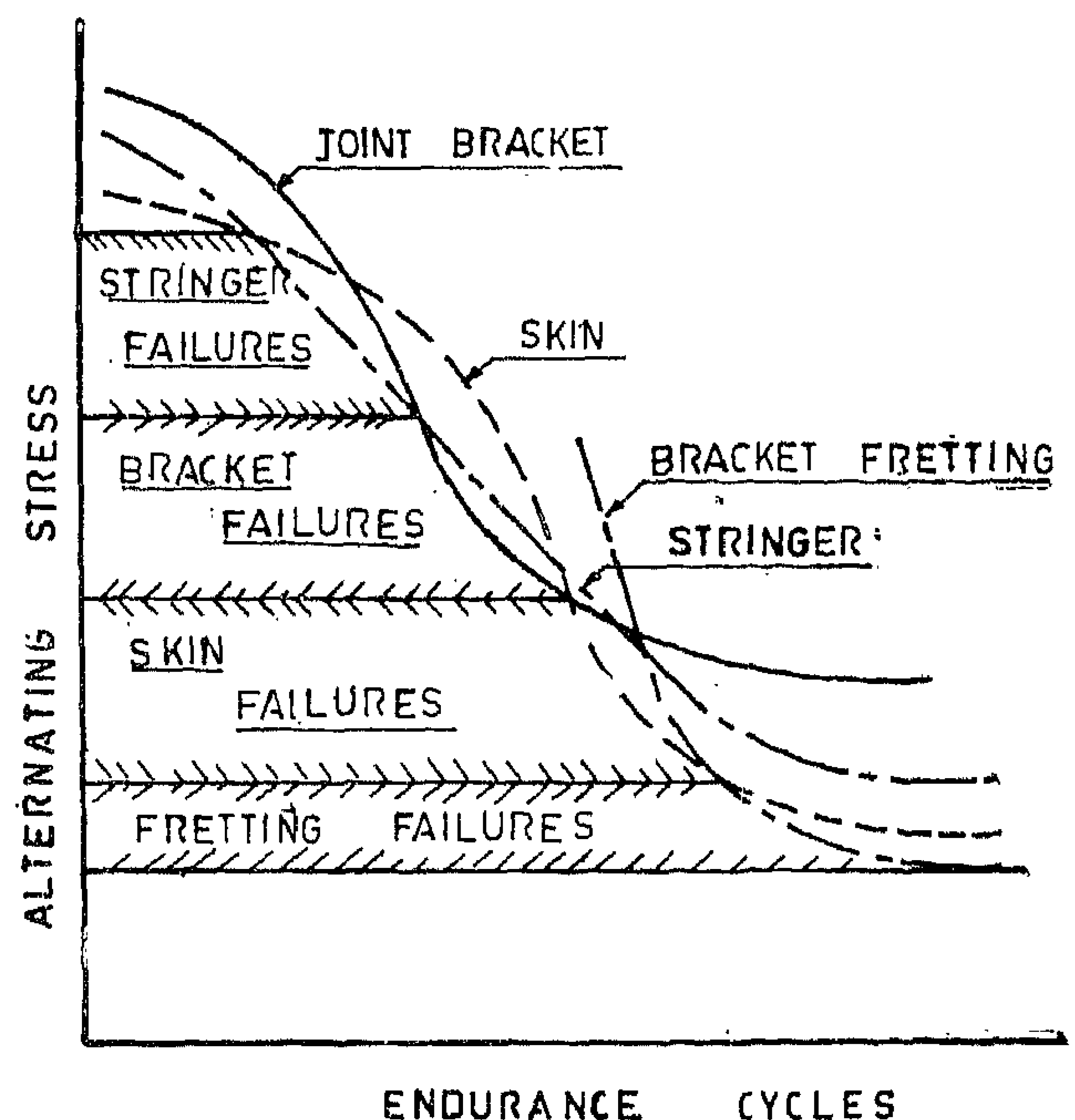
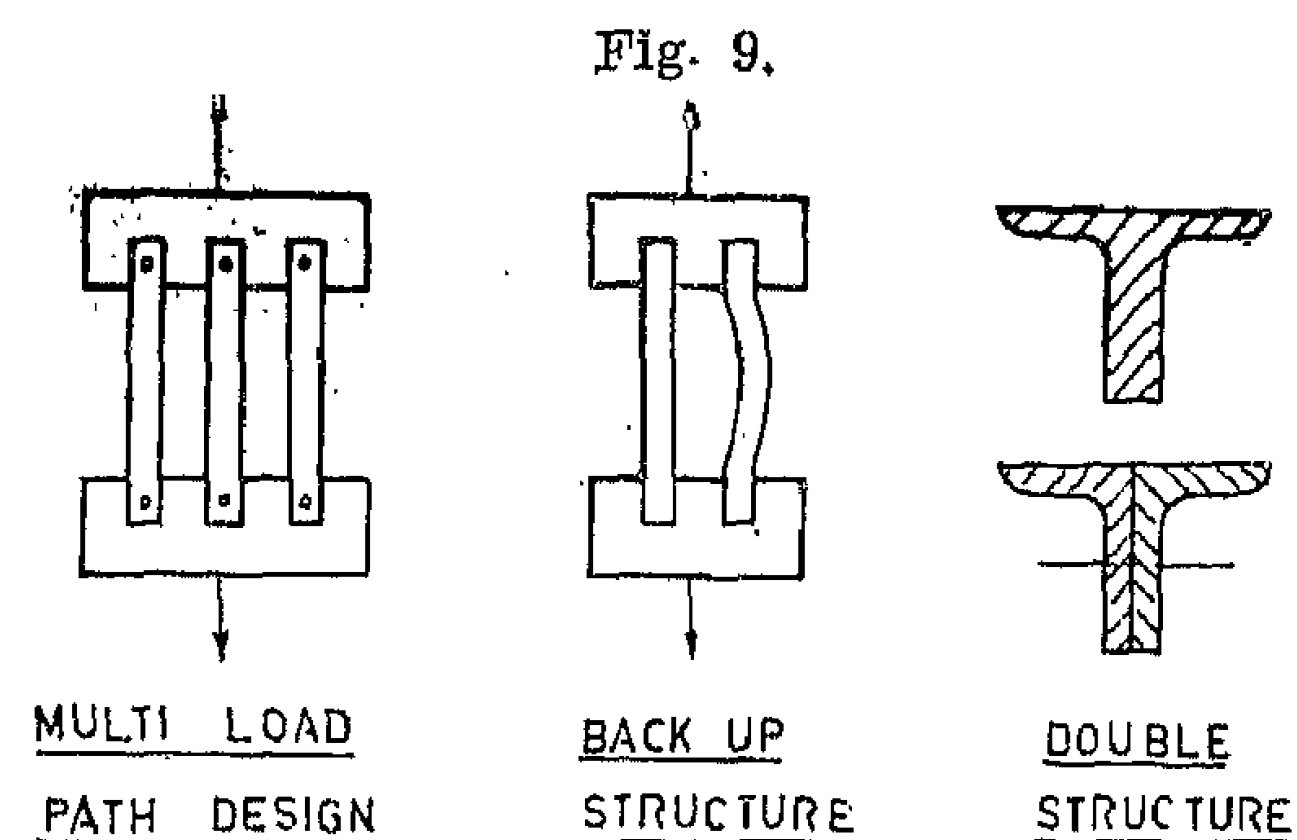


Fig. 8.

b) *The "Fail Safe" School :* which believes in designing the airframe in such a manner that failure of one member, or even of several members, cannot lead to the collapse of the whole airfrme. Fig. (9) shows the basic design methods of this school:

Fig. 9.



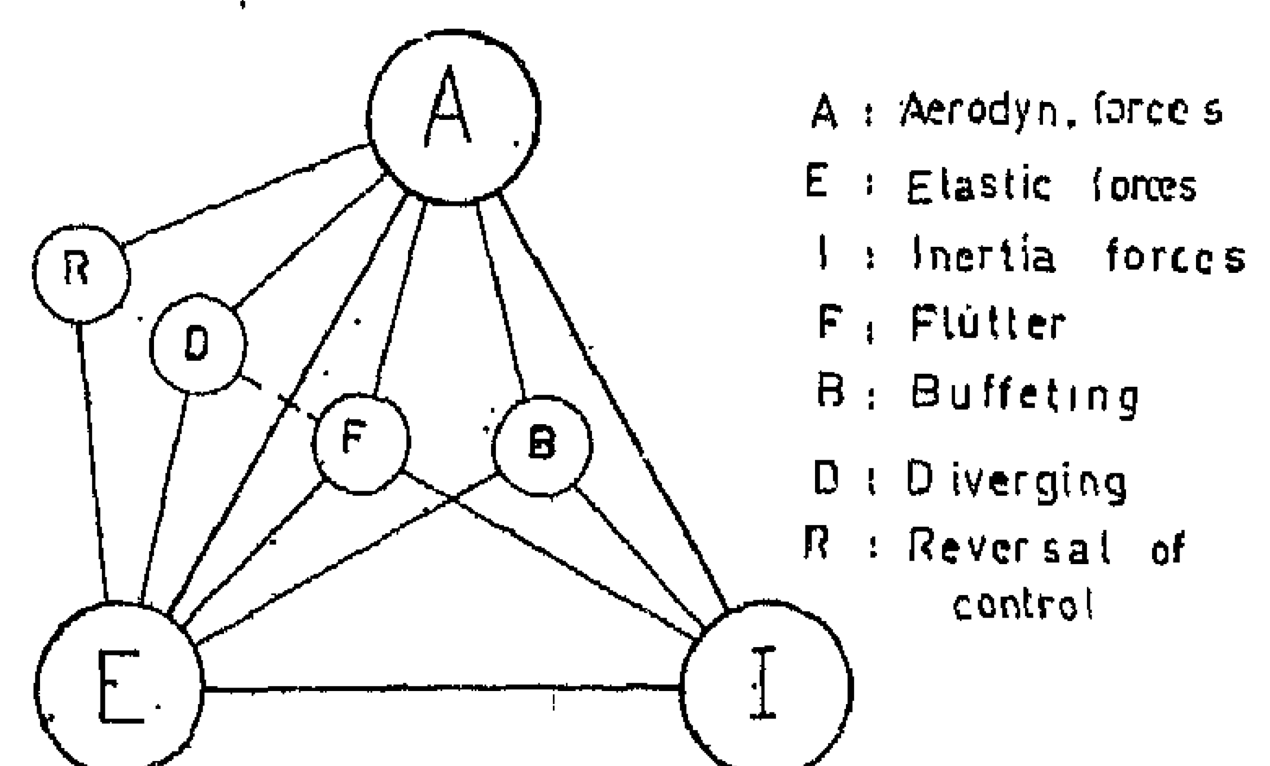


Fig. 10.

2.1.2. ALUMINIUM ALLOYS.

The tensile strength of aluminium alloys has been increased from the 37 kp/sq.mm. of "Dural" to the 56 kp/sq.mm. for the Al.Zn.Mg. Cu. alloys. Unfortunately with higher strength came three difficulties ghich showed mainly with applied tension stress :

1. Reduced Notched tensile strength and transverse ductility.
2. Increased susceptibility to stress corrosion.
3. Reduced fatigue ratio.

This is why the use of these alloys is only restricted to compression applications. Research is still going on these days to improve its tensile characteristics.

Two main future possibilities with aluminium alloys are "wire reinforcement" and whisker incorporation". Results of early tests on wire reinforcement indicate improvements in the following directions :

1. Specific proof and maximum stress.
2. Specific elastic modulus.
3. Fatigue life.
4. Crack propagation characteristics.

(Fig. 6) shows the improvement of the tensile strength for aluminium alloy and St.A.1 wire aggregate.

The "whisker incorporation", as the name implies, is the incorporation of woven mat whiskers into a bonding material which can be an aluminium alloy. The whisker is a filementary single crystals of a metallic or non-metallic nature and is well known to have strengths approaching the theoretical values. Hoffman has calculated that, using carbon whiskers with 50% of its efficiency, it should be possible to produce a material with a specific tensile strength about ten times that of high strength steel.

"Whisker" materials are planned for the far future whilst "wire reinforced" are more promising for the near future.

2.2 LAYOUT.

The advent of the jet engine in 1938 brought about the new configuration of the fuselage rear mounted engines. This resulted in a higher aerodynamic efficiency hence reduction of wing and tailplane areas and a consequent

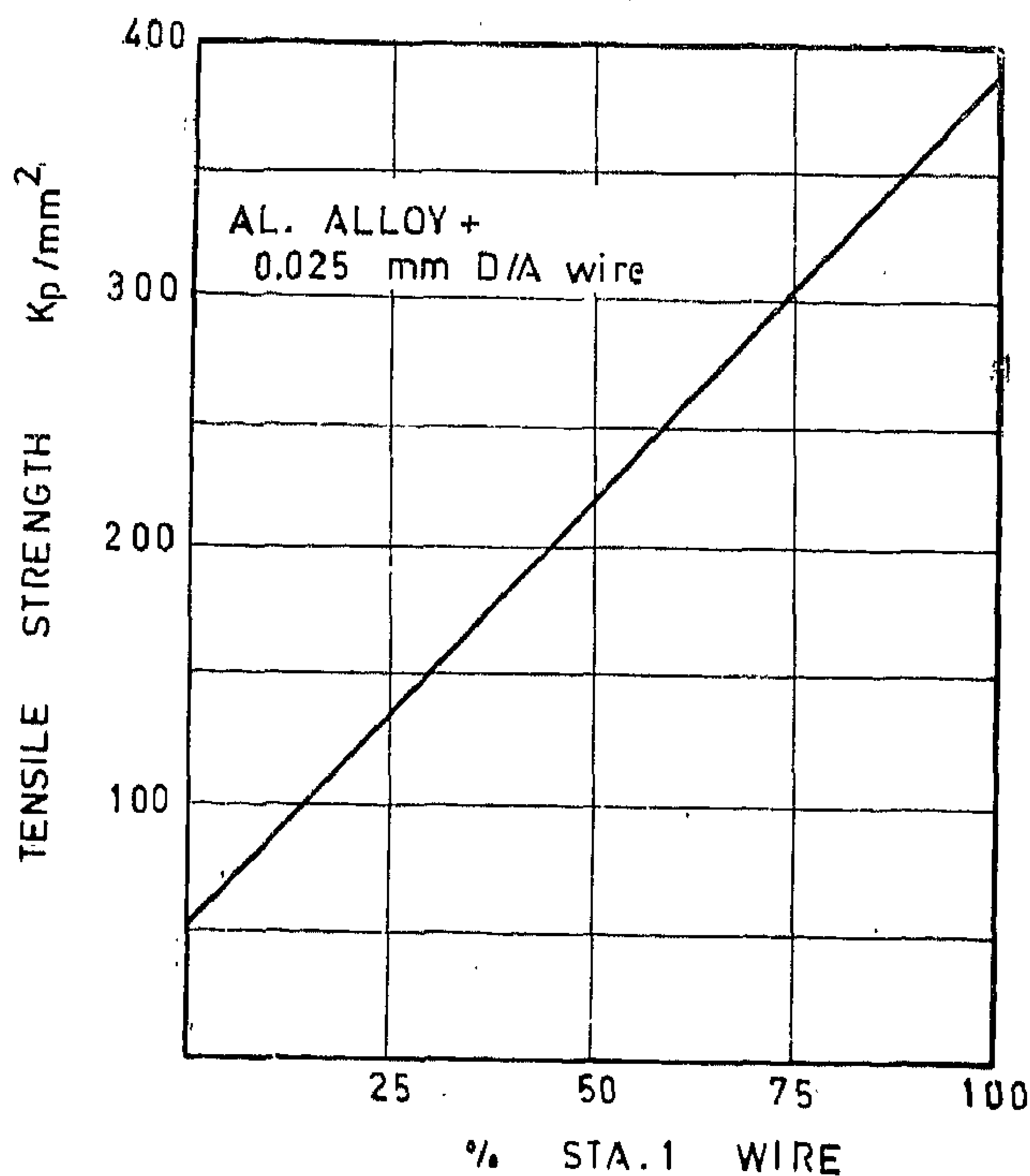


Fig. 6.

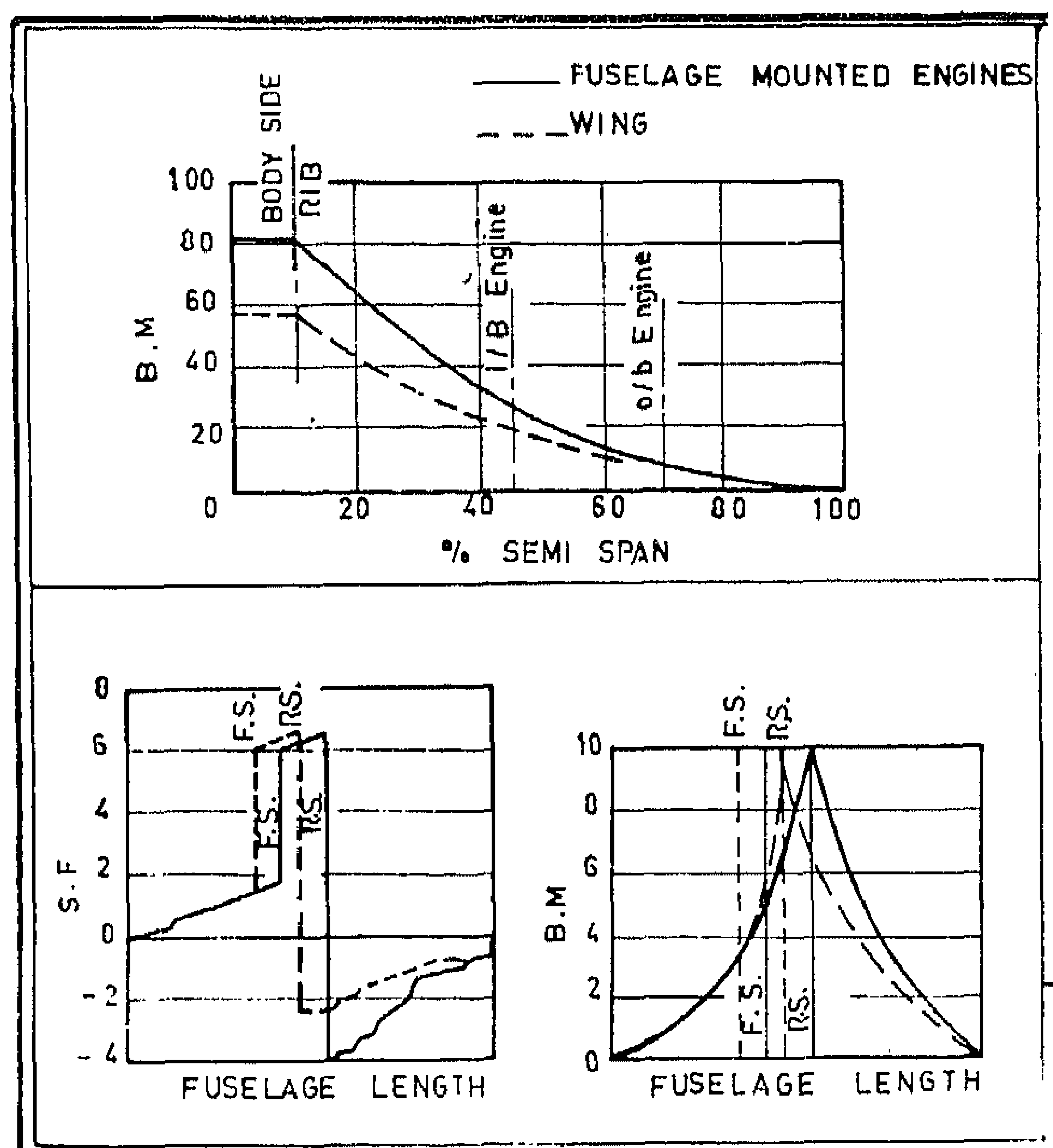


Fig. 7.

possibilities for the development of steel and Titanium properties. For sheet materials, however, the position is rather different. With thin sheets, as the proof stress increases beyond 140 kp/sq.mm. it becomes increasingly difficult to use the steel efficiently : the weight saving, obtained by increasing the proof stress beyond this value, diminishes quite rapidly.

(Fig. 4) shows the structural index of Aluminium and Titanium alloys. This figure indicates that there is little to choose between the two alloys for the usual type of airframe.

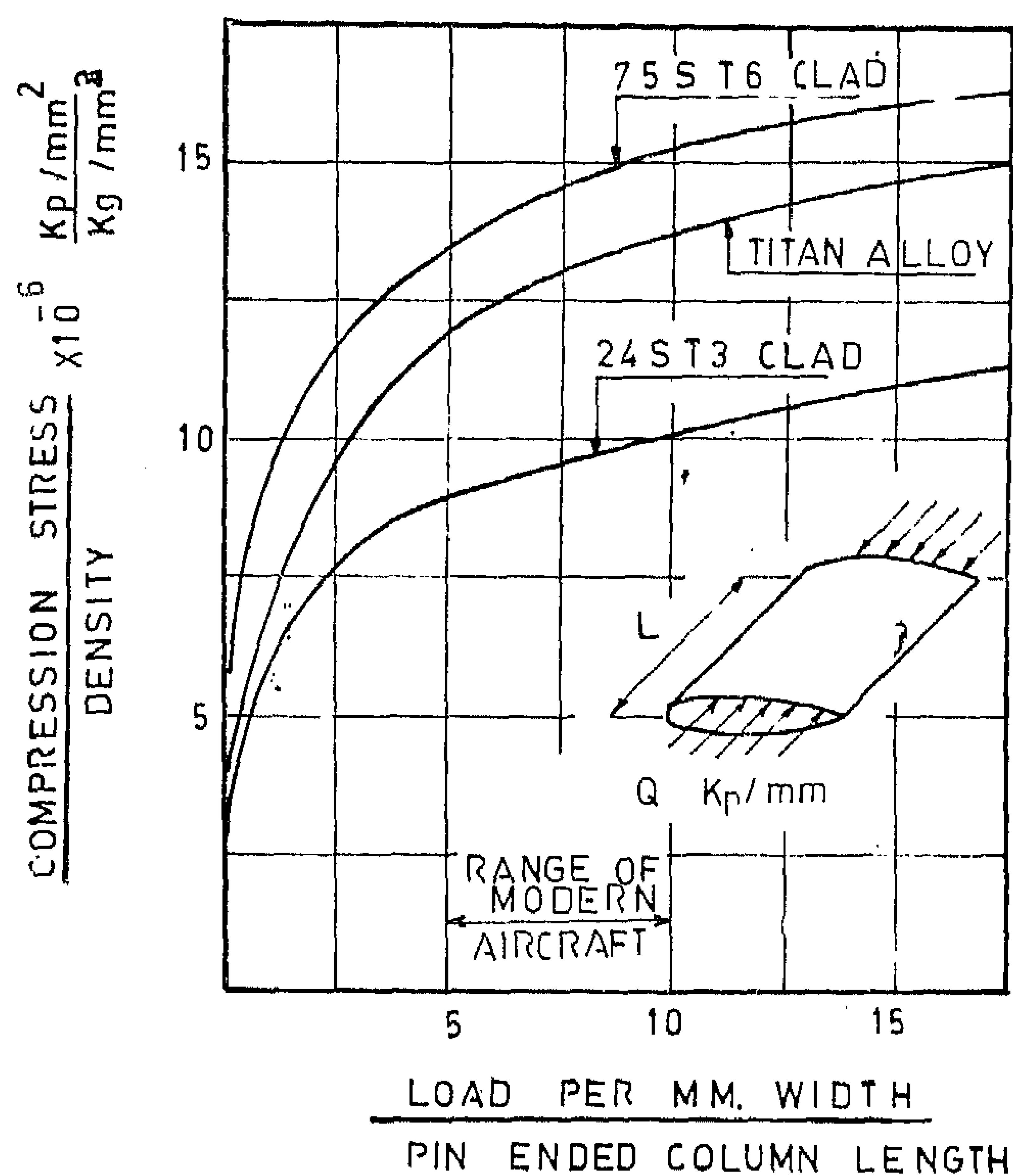


Fig. 4.

It is obvious from the above discussion that it will be useful to give more detailed consideration to ultra high strength steel forgings and Aluminium alloy sheets and plates.

2.1.1. ULTRA HIGH STRENGTH STEELS.

Most low alloy steels (3% Cr. Mo. V.) can be heat treated to U.H.S. levels by using a low tempering temperature. In the past, however, these steels were not used on a large scale. The reason is that most 180 kp/sq.mm. steels have shown poor transverse ductility as well as poor notched strength (Fig. 5). Moreover the steel has to be machined at this high hardness and incorrect machining processes can introduce surface defects which could considerably affect stress corrosion and fatigue properties.

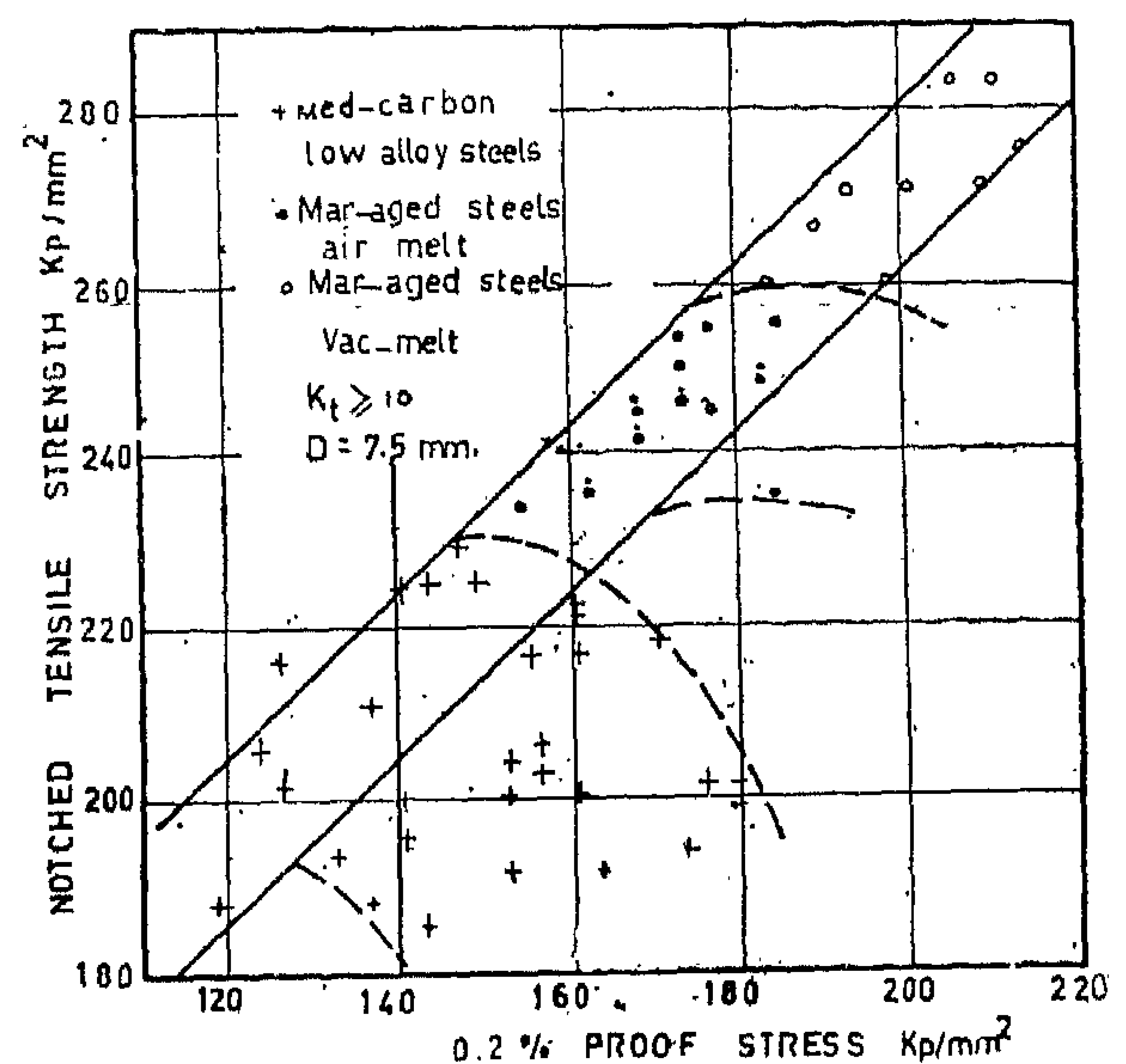


Fig. 5.

The introduction of the new mar-aging steels (18% Ni) has overcome all these difficulties since it possesses the following important advantages :

1. Most favourable ductility in both longitudinal and transverse directions (35% min. reduction in area).
2. Excellent notched tensile strength (Fig.5).
3. The ability to be transformed to soft martensite for machining processes, then simple low temperature mar-aging treatment with practically no distortion.
4. The high nickel content gives some resistance to corrosive attacks although the steel is not "Stainless."

This steel is considered to be most promising for future aircraft construction.

The design efficiency seriously effects the running costs of the aircraft. At the project stage, if performance and strength are kept constant a saving in airframe weight is also accompanied by savings in fuel, the use of smaller engines, smaller wings to keep the same wing loading... etc. Thus saving in take-off weight of the aircraft to do the same job is much greater than the weight saved in its airframe, the ratio is called the growth factor. For civil aircraft, the growth factor ranges between 2 and 5 and increases with the Mach number.

For an aicraft in the early design stage, a 10% reduction in weight could lead to about 8% reduction in the direct operating costs, a saving in annual cost which can be of the order of £40,000 to £200,000 (depending on the size and Mach number) per aircraft at 100% load factor.

Maintenance and overhaul charges of the airframe, constituting 10 - 25 % of the running costs, can be reduced by improvement of reliability. Some £110,000 yo £125,000 per aircraft per year can be saved by a 10% reduction in airframe maintenance and overhaul charges of the Concorde.

2. AIRFRAME DESIGN ASPECTS.

The host important aspects of airframe design are :

1. Materials. 2. Layout.
3. Design conditions. 4. Stressing.
5. Detail Design.

In this paper a trial is made to survey the developments achieved in the different aspects to improve the efficiency of the airframe. The presentation is in terms that apply only to airframes with Mach number below 2.

2.1. MATERIALS.

A suitable material for the airframe is one that can offer proven integrity with the highest possible strength to weight ratio. Nowdays, the basic materials used in the construction of the airframe are Aluminium alloys and steels (Fig. 2). Cost, availability and difficulties of production all have a bearing on choice of material, hence the fact that most present day aircraft use aluminium alloys as the basic material. (Fig. 3) shows the development of high strength forging alloys. It will be noted that over the past few years there has been little to choose between steel, Titanium and Aluminium alloys for fairly large components. In future, there are more

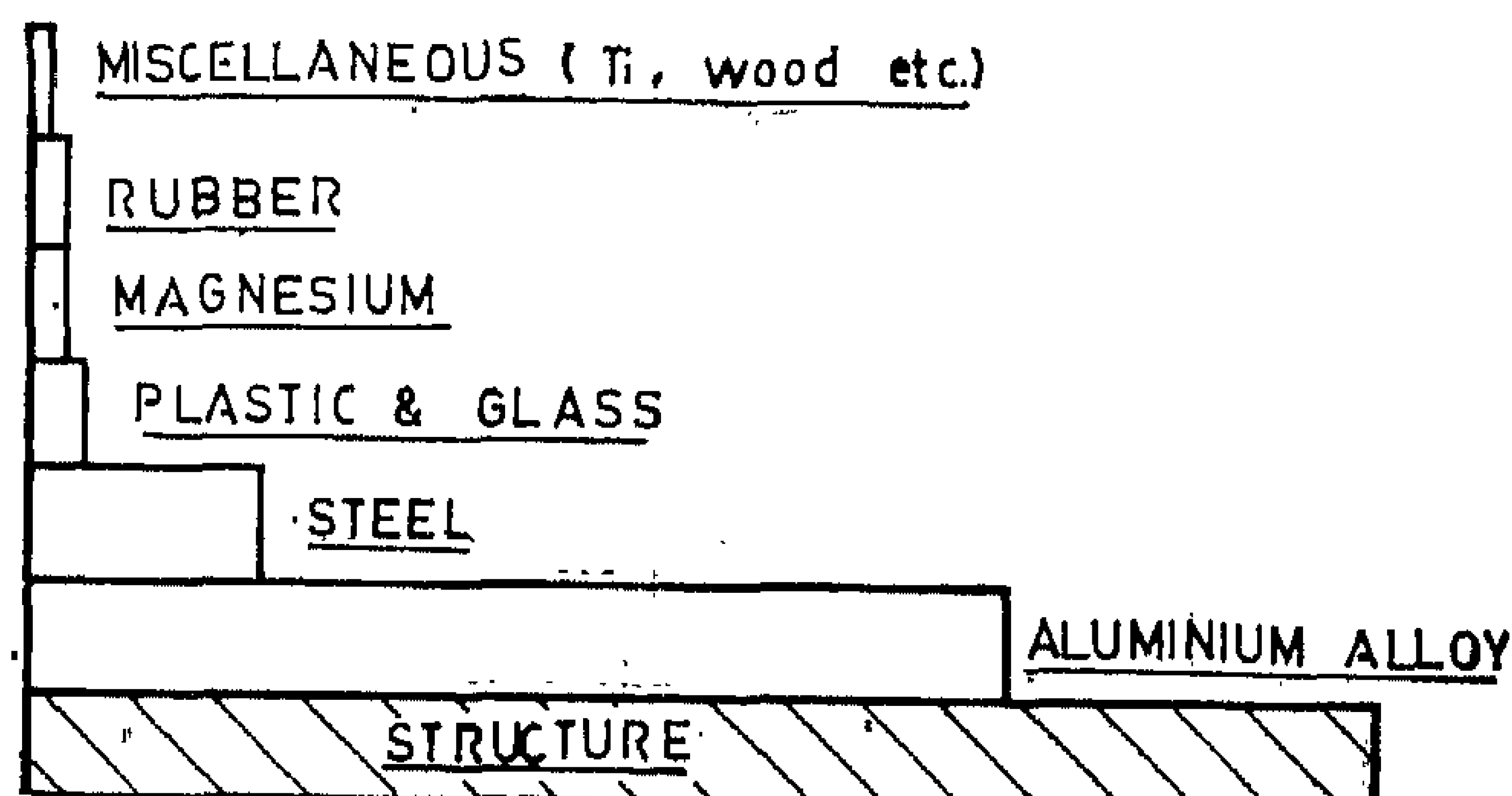


Fig. 2.

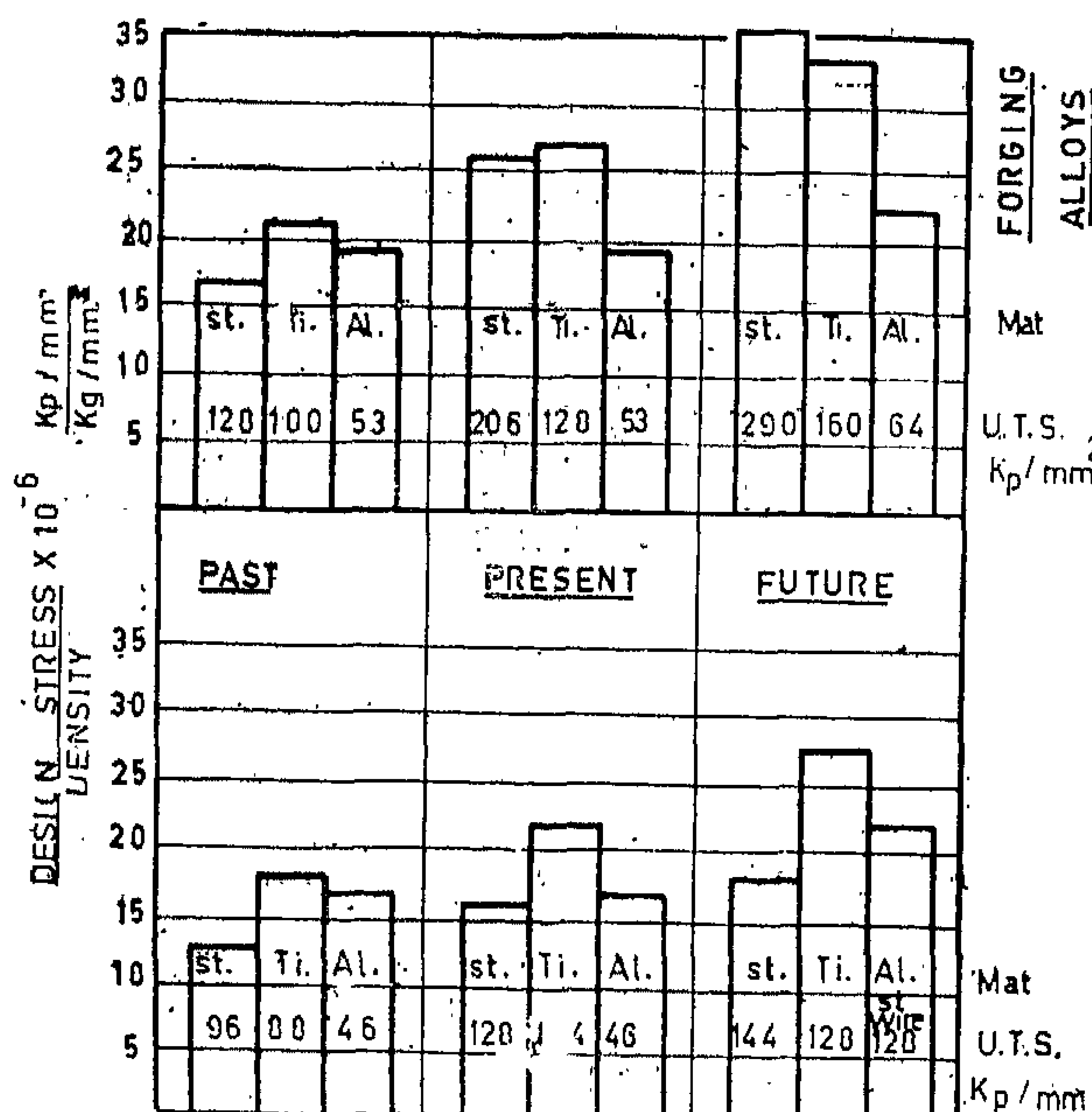


Fig. 3.

SOME ASPECTS OF MODERN AIRFRAME DESIGN

By

M.E. MOHSIN, Ph.D.
Assistant Professor, Dept. of Aeronautics,
Faculty of Engineering, Cairo University

INTRODUCTION

In August 1939 the Heinkel jet aircraft was flown in Germany powered by the first gas turbine. Since then the top flight speed started to increase rapidly from about 750 km./hour in 1938 to about 3000 km/hour these days. (Fig. 1). Jet transportation at 950 km/hour is now well established and several types of military aircraft have speeds in the 2000 to 3000 km/hour range. Work has already started for the executive of the Anglo-French Concorde airliner with Mach 2 speed. In the U.S.A. preliminary designs of a supersonic airliner with Mach 3 speed have nearly finished. It is expected that supersonic air transportation should become common in the early 1970's.

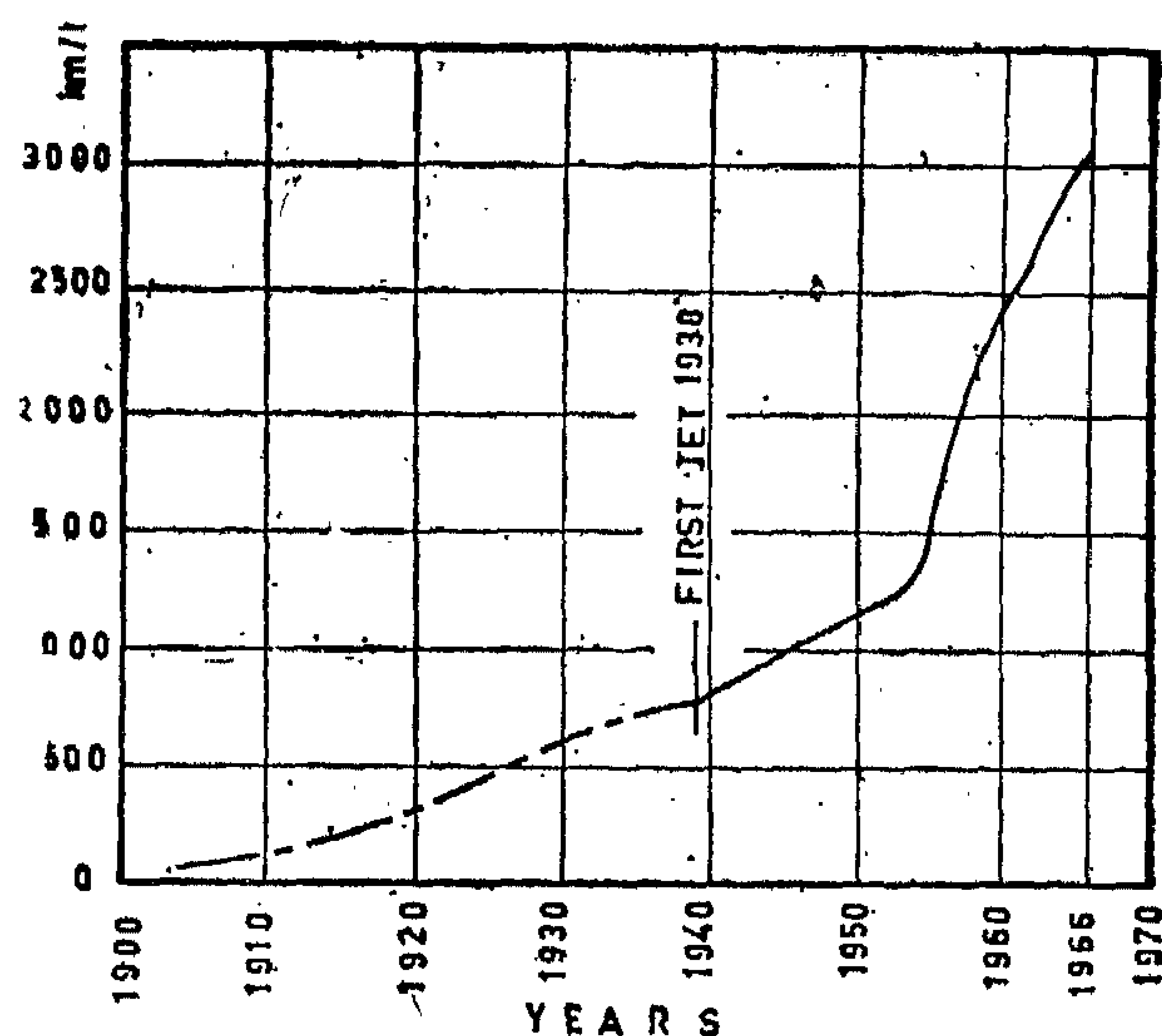


Fig. 1.

I might quote J.E. Younger from a paper presented in 1941 "When we predict that great airliners will ply the upper regions of the stratosphere at incredible speeds, with great comfort and absolute safety, we are not making a broad guess", and he was not. He added "While we feel certain that such developments as these will occur, we do not claim that these extremes will be obtained by virtue of our present materials, our present types of engines, our present types of propellers, our present types of structures, or our present knowledge of aerodynamics". Indeed, tremendous progress has been made in all these aspects to follow the increased top speed. In this paper the author will try to survey some of the developments that occurred to the airframe design since Younger gave his speech up till our time.

1. THE EFFICIENCY OF THE AIRFRAME DESIGN.

Before we discuss the developments in the airframe design, we must define the measure by which the success of a certain design can be judged. In fact there is no simple criterion for such measure; but, generally, a successful design will permit the aircraft to do its job effectively, i.e. with the least total effort, spread over the whole life of the aircraft from the initial design until the aircraft is scrapped. It is not enough to design an airframe that gives the smallest percentage structural weight, however this percentage is a useful measure as long as its limitations are recognized.

Erosin patterns :

It has often been noted that a series of rather regularly spaced ripples will develop on a surface which is exposed to a stream of abrasive particles. A typical ripple pattern is shown in (Fig. 11) and similar photographs may be found in the literature[9]. An explanation of such ripple formation is given in a paper by the writers[10]. This explanation is based on the mechanism by which solid abrasive particles remove material from the surface and, although the mechanism of removal will vary from one of crack propagation and intersection in ideally brittle materials to that of displacement by plastic deformation in an ideally ductile material, nevertheless, pronounced and regular ripple patterns are found only in ductile materials and even here tends to disappear if the angle of impingement α is large. Since the detailed explanation for the ripple formation is given in the above mentioned paper, the main conclusions will be presented here, namely :

a) The ripple pattern should move downstream but at a decreasing rate as α increases.

b) More rapid ripple growth occurs on soft metals and at high impact velocities.

c) Ripple patterns should be most pronounced for low values of α and will not appeaar if α is large enough. The angle beyond which ripples can no longer be formed should be larger for round, blunt particles rather than for sharp, angular ones.

d) With increasing erosion the ripple wavelength would be expected to grow.

REFERENCES

1. Siebel, E., and Brockstedt, H.C., "Verschleissm inderung", Maschinenbau, 20 (1947) 457.

2. Wellinger, K., and Brockstedt, H.C., "Ermittlung des Verschleisswiderstandes von Werkstoffen für Blasversatzrohr sowie des Einflusses der Rohrverlegung bei blasversatzarlagen", Gluckauf, 78 (1942) 130.

3. Wellinger, K., and Uetz, H., Gleitverschleiss, Spulverschleiss, Strahlverschleiss unter der Wirkung von Körnigen Stoffen," VDI Forschungsheft, (1955) 449; Wear I (1957/58) 225.

4. Holteg, H., "Uber den Abnutzungsvorgang in Blasversatzrohren und die Frage der Bakämpfung des Verschleisses", Geologie und Mijnbouw, I (1939) 209.

5. Finnic, I., "An Experimental Study of Erosion", Proceedings Soc. Exp. St. An., Vol. XVII, No. 2, p. 65 (1960).

6. Finnic, I., "The Mechanism of Erosion of Ductile Metals," Proc. 3rd. U.S. Natl. Congr. App. Mech., (1958).

7. Finnic, I., and SHAW, M.C., "The Friction Process in Metal Cutting," Trans. Am. Soc. Mech. Engrs., 78 (1956) 1649.

8. Finnic, I., and KABIL, Y.H., 'On the Formation of Surface Ripples During Erosion," Wear, 8 (1965) 60-69.

9. Russel, A.S., and Lewis, J.E., "Abrasive Characteristics of Alumina Particles", Ind. Eng. Chem., 46 (1954) 1305.

10. Finnic, I., and Kabil, Y.H., "On the Formation of Surface Ripples During Erosion," Wear, 8 (1965) 60-69.

t_i t_e F R

$N_1 = \frac{PR}{2}$ $N_1 = \frac{PR}{2}$ $N_1 = \frac{PR}{2}$

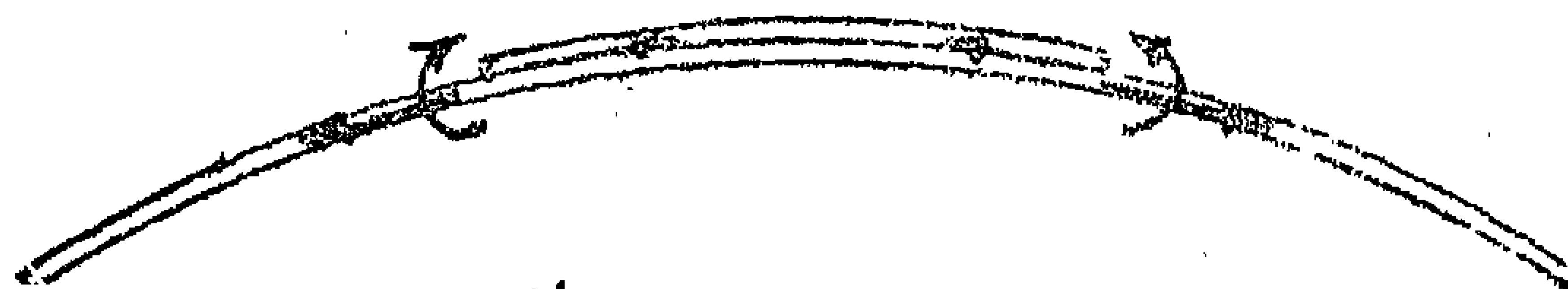
r_0 θ

Internal zone (i)

External zone (e)

$r = \infty$

Spherical shell with a circular core.



Unsymmetrical stiffner.

Fig. (11)

rapidly than predicted. The metals used in these tests, other than tin, have a face-centered cubic structure. This avoids any question of failure by cleavage rather than by plastic deformation.

Influence of the abrasive

The main properties of the erosive particles which may influence the erosion of ductile metals seem to be : shape, hardness, strength and size. It is clear that sharp angular particles will produce more erosion than sphere — like particles if all other properties are the same (Fig. 10). This was proved by the early tests carried out by Rosenberg[8]. Moreover, tests carried out with angular silicon carbide particles and "blocky" aluminium oxide particles showed that the angle for maximum erosion is not too sensitive to the shape of the particle. On the other hand, in the extreme case of erosion by hardened spherical steel shot the maximum erosion was found at about 30°.

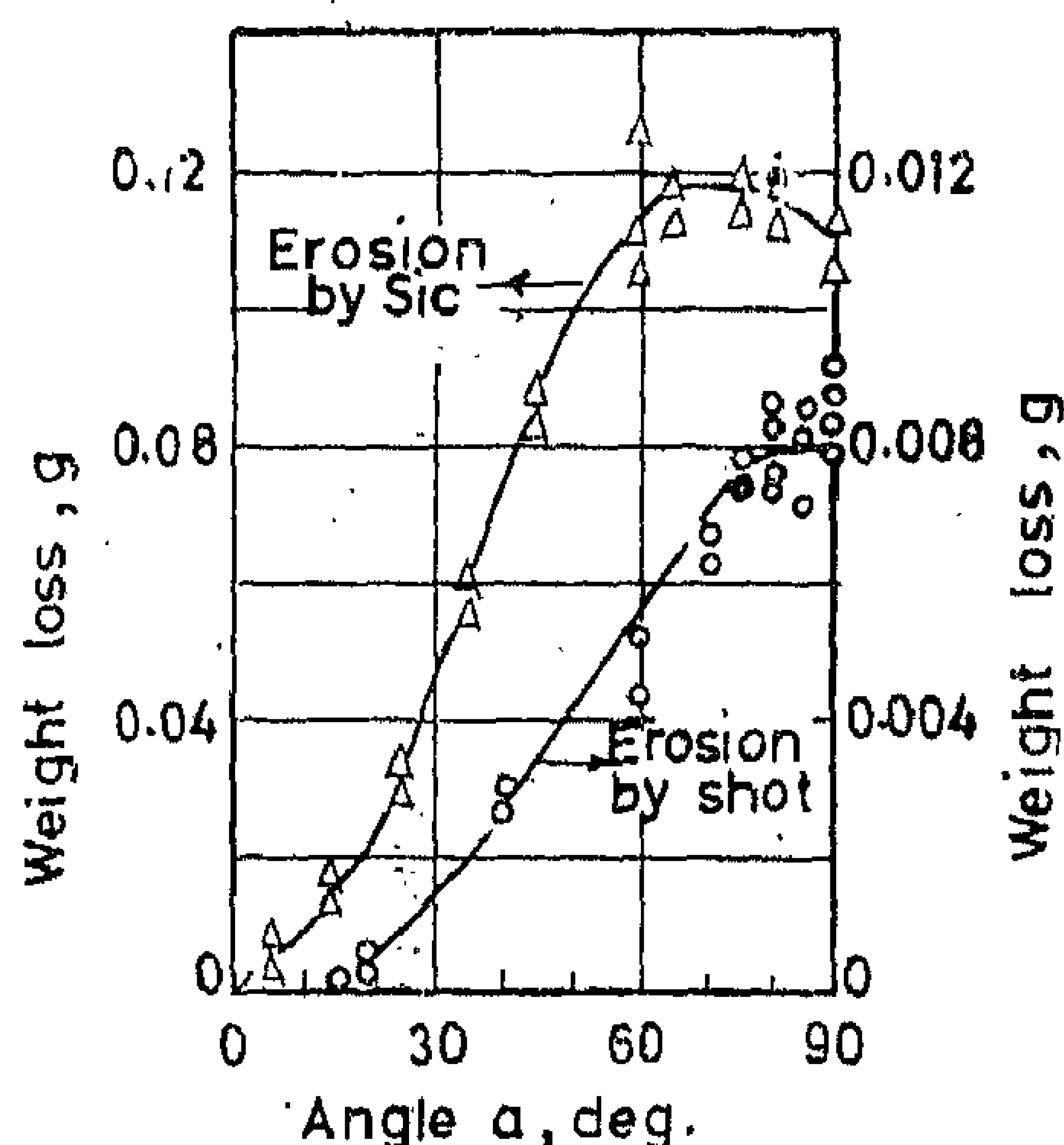


Fig.10 Weight loss of a glass as a function of angle for erosion by 20 g of 60 mesh silicon carbide at 145 ft per sec and 54 g of 0.023 - in. Diameter steel shot at 100 ft. per sec.

When the hardness of the abrasive is greater than that of the surface, it seems unlikely that variation in the abrasive hardness will be important. When the abrasive is softer than the metal the wear would be expected to decrease greatly. In the extreme case, this behaviour is noticed when soft organic materials such as walnut shells and rice husks are used to remove scale, rust, or other deposits while leaving the underlying metal virtually untouched.

The strength of the abrasive will determine the extent to which grains cut as a single unit or fracture internally, while cutting, and hence reduce the predicted material removal. A certain amount of abrasive breakage occurs with the grains used in a test, thus the predicted weight loss is divided by a factor to account for grains which do not cut in the idealized manner and for those which fracture internally.

In several tests in the literature the particle size has been varied but the uncertainty in particle velocities has prevented quantitative conclusions about the effect of different size particlels. It may be that with smaller particles the increased ratio of surface to mass will alter the cutting conditions and lead to an increasing volume removal from unit mass of abrasive.

Brittle materials

The analytical approach for the prediction of the volume removal for ductile materials does not seem to be applicable for brittle materials. Writing the equations of motion will lead to expressions for the stresses between particle and surface. These may then be applied to predict the initial fracture in the material. However, once fracture occurs the material removal depends on the propagation of the fracture surface into the material and its interaction with other fracture surfaces. The development of an analysis by which the volume removal of brittle materials may be estimated has to await progress in other fields. However, results of experiments made it possible to examine the influence of particle velocity and direction on volume of material removed. (Fig. 3 and 5) show these two effects.

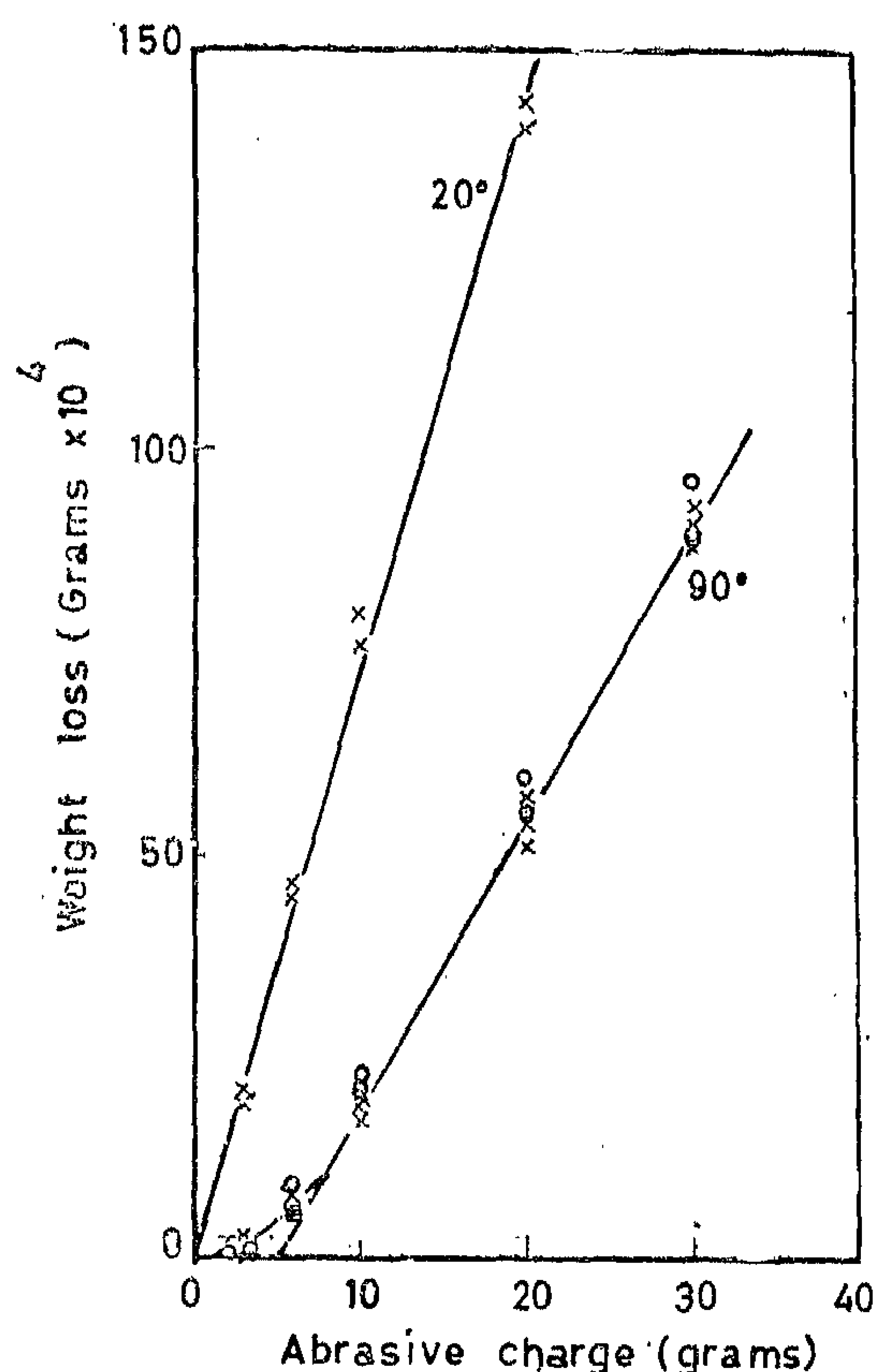


Fig.8—Variation of weight loss, with abrasive charge. Material, annealed SAE 1020 steel, abrasive, 60 mesh silicon carbide velocity 250 ft / sec, open circles on curve for erosion at 90° correspond to prepeened specimens.

visual inspection, the surface roughness is seen also to increase during this period.

To extend the analysis for the single grain to multiple particle impact the mass of a single abrasive grain in eqn. (1) will be replaced by M, the mass of many grains. At the same time it must be recognized that many particles will not cut in the idealized manner but rather will strike on flat faces and do no cutting. Guided by inspection of the erosion craters due to a known number of abrasive grains we rather arbitrarily take 50% of the predicted erosion to allow for the fact that many particles will not be as effective as the ideal particle.

By analogy to metalcutting experiments the ratio ψ (l/yt) will be taken = 2. Thus, the volume removal due to a mass M of angular abrasive grains may be given by :

$$Q \simeq \frac{mV^2}{8\,p}(\sin 2\alpha - 3\sin^2\alpha)\quad \alpha \leqslant 18.5$$

$$Q \simeq \frac{mV^2}{24p}\cos^2\alpha \qquad \alpha \geqslant 18.5 \qquad (2)$$

with the limitation that for angles above say 45°, eqn. (2) greatly underestimates the weight loss.

In particular, for angles close to that for maximum erosion (15°-20°), the volume removal is given by :

$$Q \simeq 0.075\left(\frac{MV^2}{2}\right)\frac{1}{p}$$

That is, 7.5% of the particle kinetic energy divided by the flow pressure gives an estimate of the volume removal.

Results of tests given in (Fig. 4) show the dependence of the volume removal on the velocity of the eroding particles. As for the influence of flow stress p on volume removal, results of tests shown in (Fig. 9) indicate that

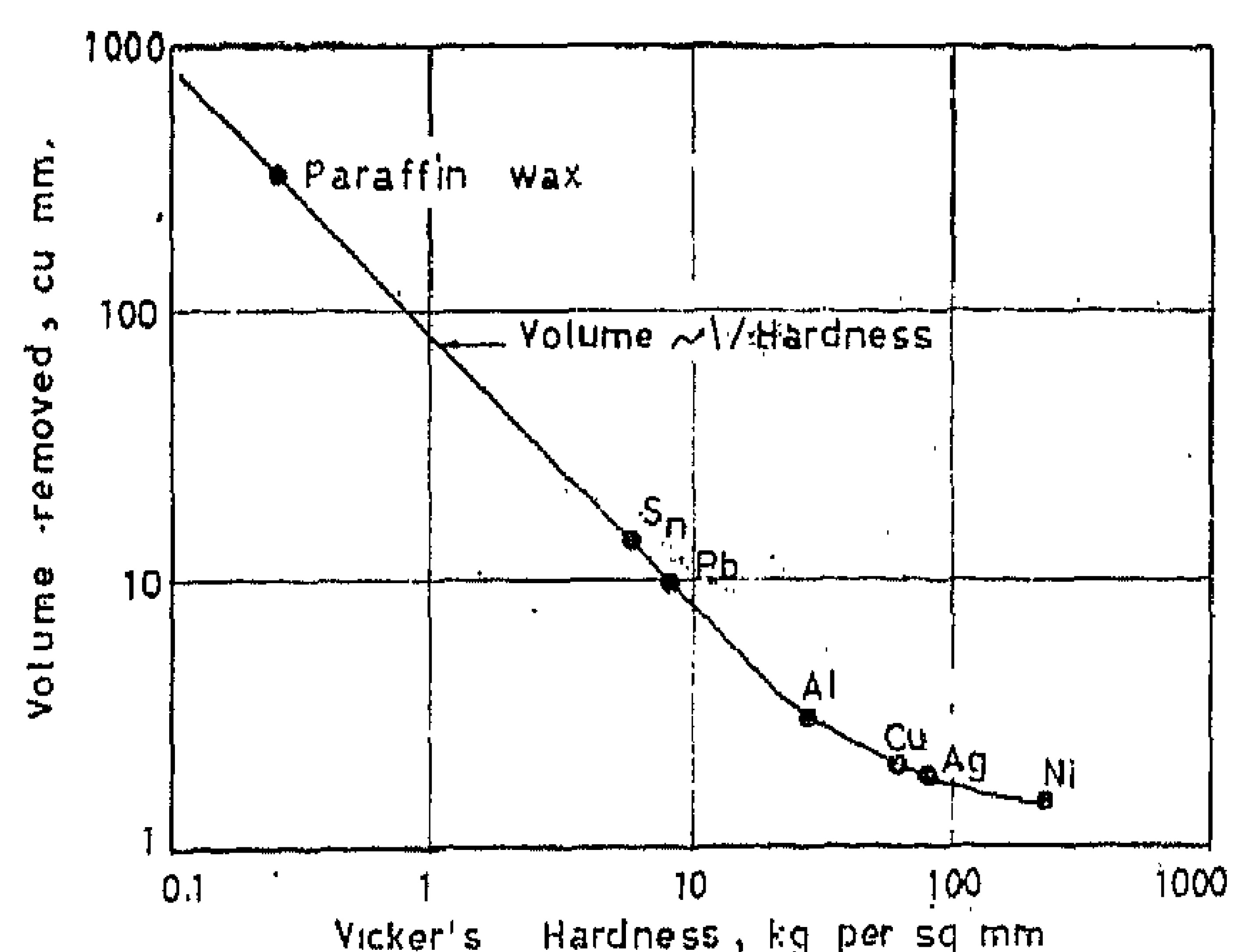


Fig. 9
Variation of volume removal with vicker's hardness for erosion by 87 g of silicon carbide at α = 30 deg

as the flow stress measured by Vicker's hardness, increases the volume removal is at first propartional to $\frac{1}{p}$ but then increases more

$$Q = \frac{mV^2}{p \psi k} \left(\sin 2\alpha - \frac{6}{k} \sin^2 \alpha \right) \text{ if } \tan\alpha \leqslant \frac{k}{6} \qquad (1)$$

$$Q = \frac{mV^2}{p \psi k} \left(\frac{k \cos^2\alpha}{6}\right) \text{ if } \tan \alpha \geqslant \frac{k}{6}$$

where

Q = Volume removed by a single particle.

ψ = The ratio of the dept of contact 1 in (Fig. 6) to y_t.

k = The ratio of the vertical force component on the particle face to the horizontal force component. = 2 (by measurement of forces acting in a scratch hardness test leaving similar impressions as erosion.)

m = Particle mass.

V = Particle velocity.

p = Plastic flow stress of material.

α = Angle of Impact.

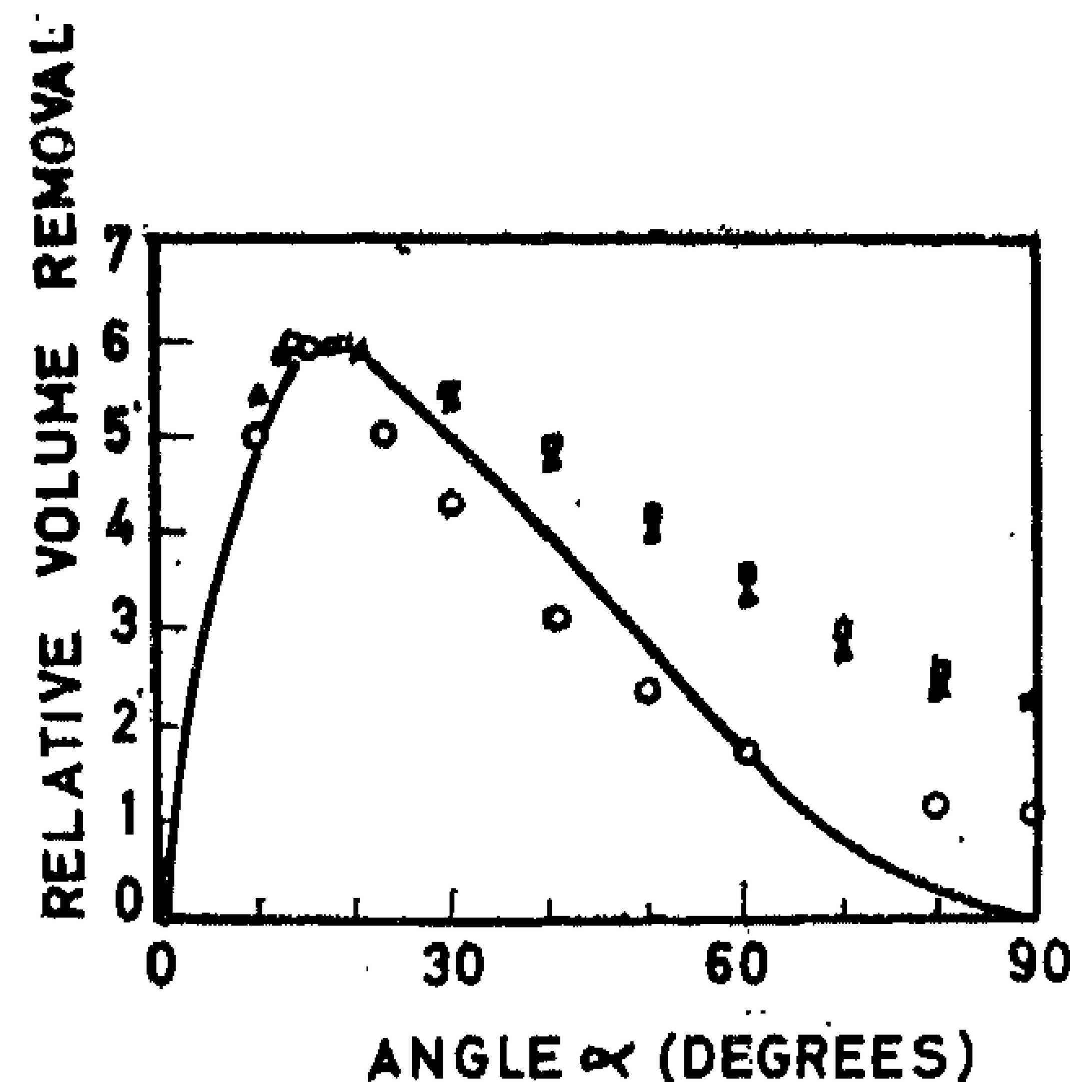


Fig. 7. Predicted variation of volume removal with angle for a single abrasive grain. Experimental points for erosion by many grains (Δ copper, □ SAE 1020 steel, o aluminum) are plotted so that the maximum erosion is the same in all cases.

It is interesting to compare the predicted variation of weight loss with impact angle for a single grain with the results of erosion tests using very many grains. (Fig. 7) makes this comparison, and to avoid dscussing other than the angle relationship, the maximum value of the erosion has been made the same in each case. It can be seen that the predicted variation of material removal with angle for a single grain has the same general form as the experimental data for erosion by many grains. In particular, the predicted angle for maximum erosion agrees closely with experiment. Such agreement indicates that the single grain analysis may be applied to predict erosion by a multitude of grains, at least for low angle erosion. The most unsatisfactory part of the analysis is that it understimates erosion at high angles and in particular predicts no erosion at 90°.

The main reason for the variation between prediction and experiment in (Fig. 7) appears confirmed by direct observation of the surface to be the fact that the analysis assumes that the particle strikes a smooth surface while actually the particle sees a surface which has been roughened by previous particles. At low impact angles (say $\alpha \leqslant 30°$) the "slice" taken by a particle out of a mooth surface is relatively shallow and the surface shape is not greatly disturbed. However, at larger angles the depth/length ratio of the impression left by a particle on a smooth surface is relatively much greater. Subsequent particles then strike the eroded surface at a wide variety of "true" angles. This explanation is and by tests, such as those shown in (Fig. 8), in which increasing amounts of abrasive are used to erode the same area. At the low impact angle (20°) the weight loss produced by a given quantity of abrasive is seen to be independent of the previous erosion. At the high angle (90°) the material removal due to a few grams of abrasive is at first very low and then increases with prior erosion. By

loss of annealed SAE 1020 steel eroded by silicon carbide particles as a function of velocity. The line $W \sim V^2$ is seen to give a good fit to the data. An annealed copper showed similar behaviour. In contrast, for a brittle material (annealed glass) the very different behaviour shown in (Fig. 5) was obtained.

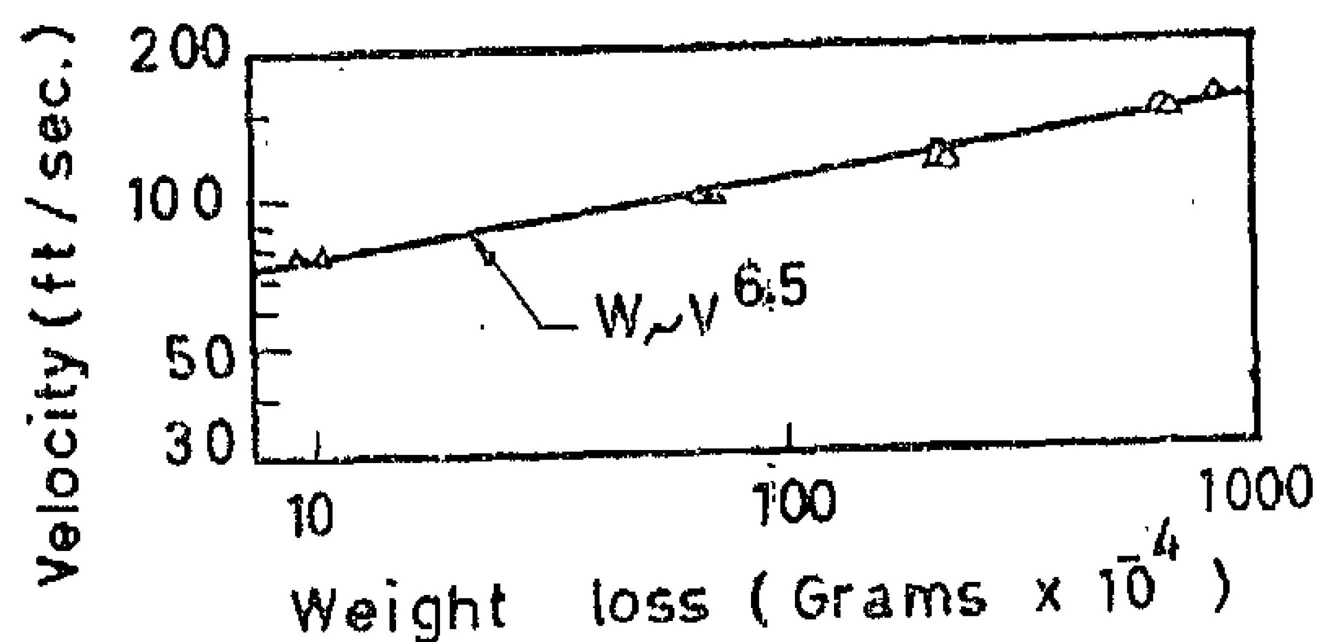


Fig.5.Weight loss of an annealed glass as a function of impact velocity when eroded by 53 g. of 0.023 in. diam. hardened steel shot.

The above mentioned experimental results show that impaction angles of about 10° to 50° should be avoided when ductile metals are in erosive service. Since the relative erosion resistance of different materials depends on the angle at which the surface is being attacked, it is of value to be able to assign an approximate angle to the impaction occurring under different flow conditions. Such units as partially open slide valves or sharp bends may be hit by particles at angles close to 90°, but in most cases of pipe flow the angle is considerably smaller; it has been estimated as 5°. From the results of tests shown on (Fig. 1), one would expect an ordinary carbon steel to show to advantage in say a slide valve and harder steels to be superior for straight pipes. This is in good qualitative agreement with practice.

The above given experimental results represent typical erosion behaviour of ductile and brittle materials. However, a search of the literature showed that there is a rather limited information that can be carried over to predict erosion under new and untried circumstances. In a paper by one of the writers[6], the erosion of ductile metals was analyzed by writing the equations of motion of a single abrasive grain interacting with the surface. The volume of material removed was then estimated from the particle trajectory. It is to be noted that this procedure can be applied only when cutting is purely by plastic deformation; no cracks propagate ahead of the cutting particle, and material removal is entirely due to the displacing or cutting action of the abrasive particle. Such an approach is obviously unsuitable for brittle materials. The detailed derivation will be ommitted here, but some of the underlying assumptions and the results will be considered.

(Fig. 6) shows a particle striking a surface at the impact angle α. The objective is to write the equations of motion for the particle as it travels through the material, and thereby calculate the volume of material displaced by the particle. It is assumed that the particle rotation during cutting is small, and that the force on the particle during cutting is proportional to the area of contact times a plastic flow stress which is a property of the eroded material. This last assumption is significant in that the particle is assumed to plastically displace the material rather than crack or chip the surface of the material.

With these assumptions, the particle equations of motion were written and solved. The results are given in the following equations:

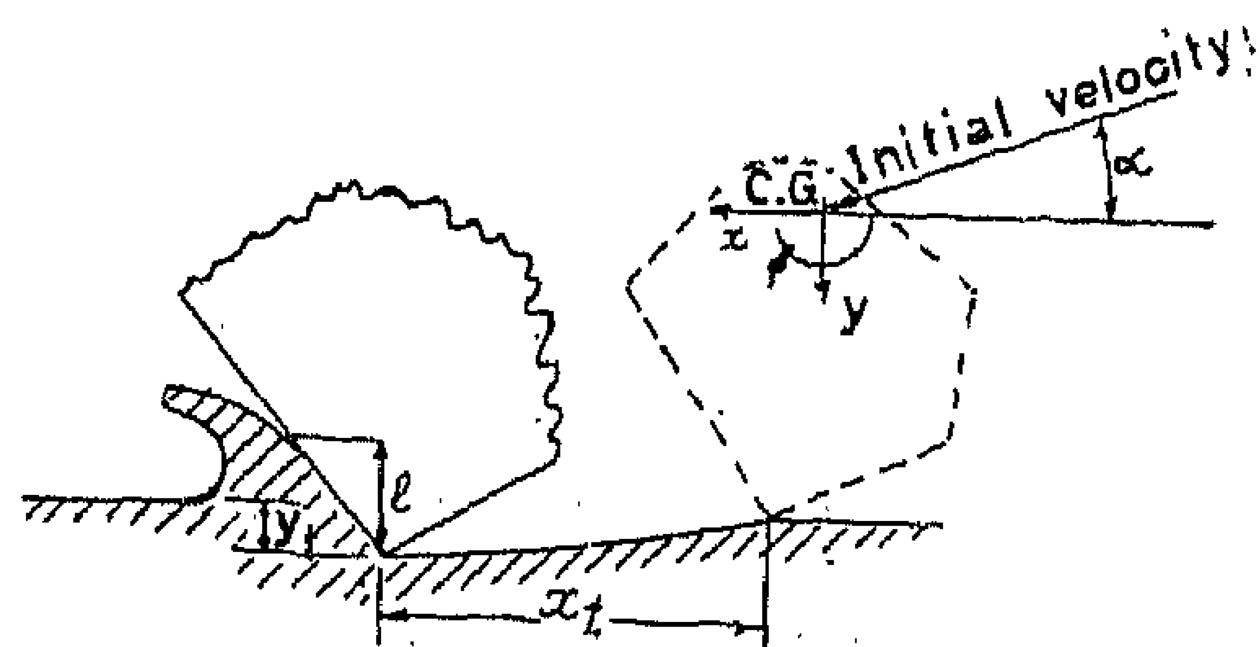


Fig. 6. Idealized picture of abrasive grain striking a surface and removing material. Initially the velocity vector of the particle's center of gravity makes an angle α with the surface

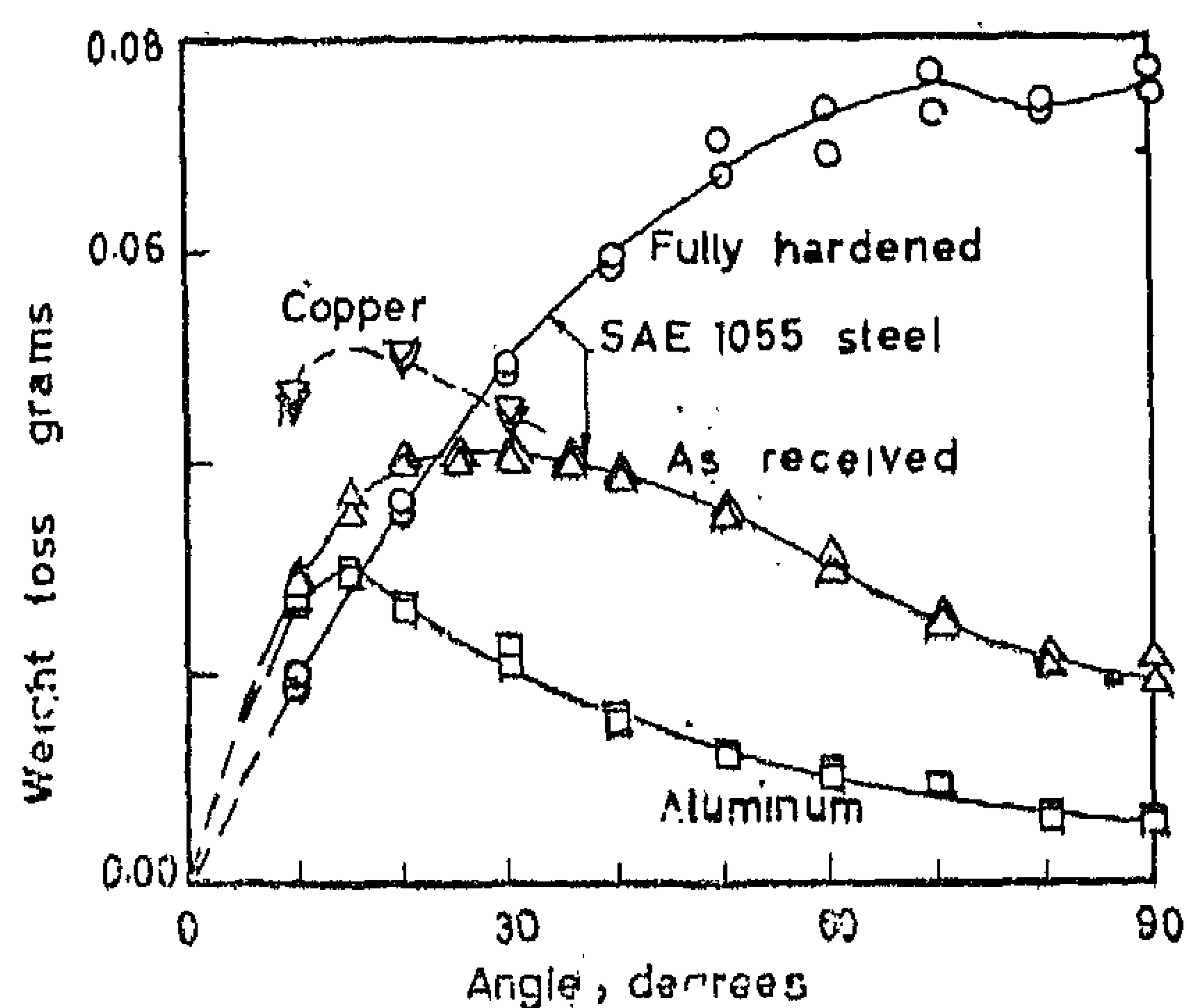


Fig. 1. Weight loss of several metals as a function of angle when eroded by 23 grams of 60 mesh silicon carbide at approximately 250 ft/sec

received (Rockwell hardness C 20), and hardened SAE 1055 (R.H. C 63). For the ductile copper and aluminum the maximum weight loss occurs at an angle of about 20° or less. The somewhat less ductile SAE 1055 in the as received condition shows maximum erosion at noticeably higher angles while the fully hardened steel shows maximum erosion when the angle α is equal to 90°.

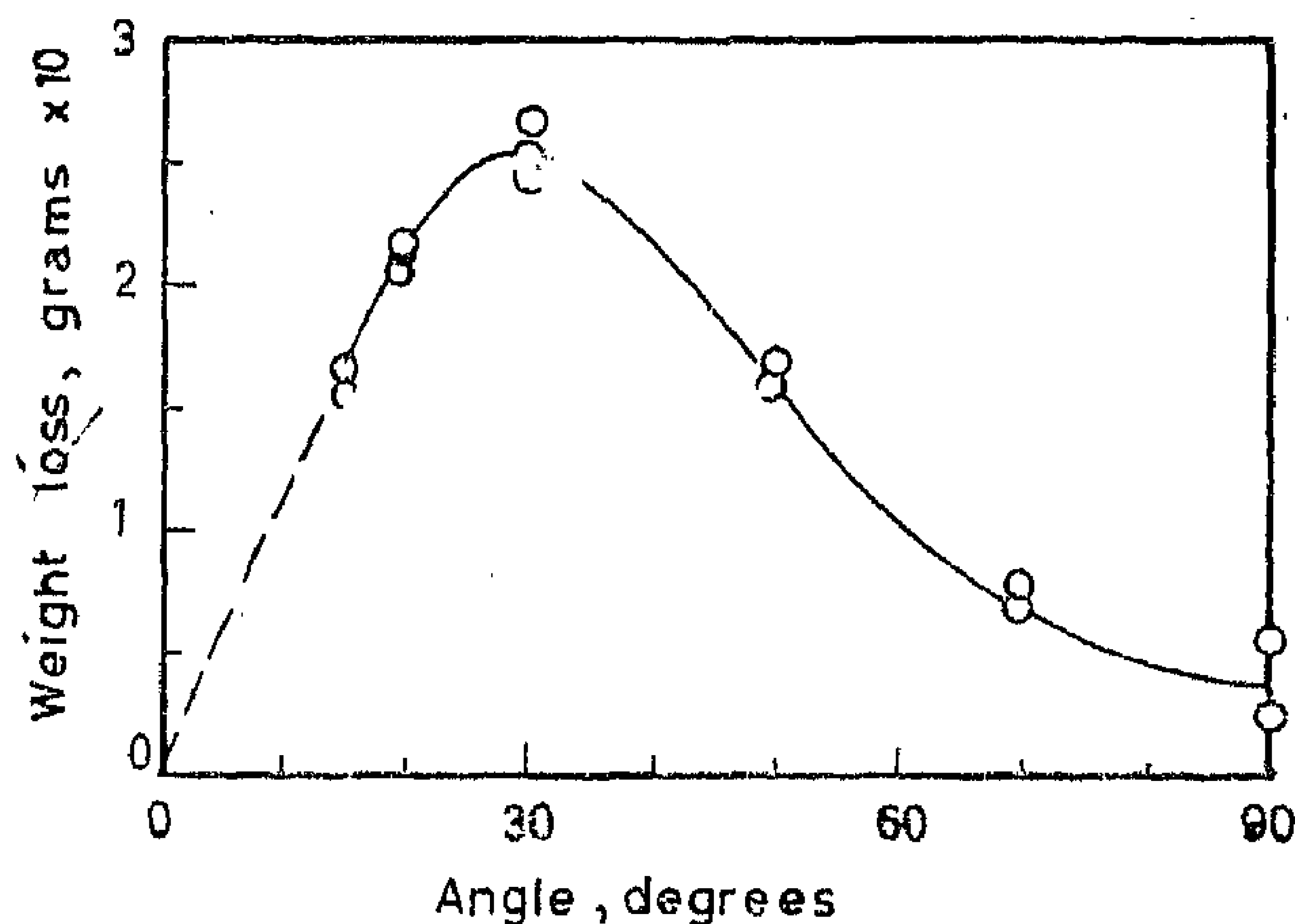


Fig. 2. Weight loss of SAE 1020 steel as a function of angle when eroded by 53 grams of 0.023 inch diameter steel shot at 150 ft/sec.

(Fig. 2 and 3) show data for the erosion of a ductile and a brittle material by spherical steel shot. As might be expected the shot is

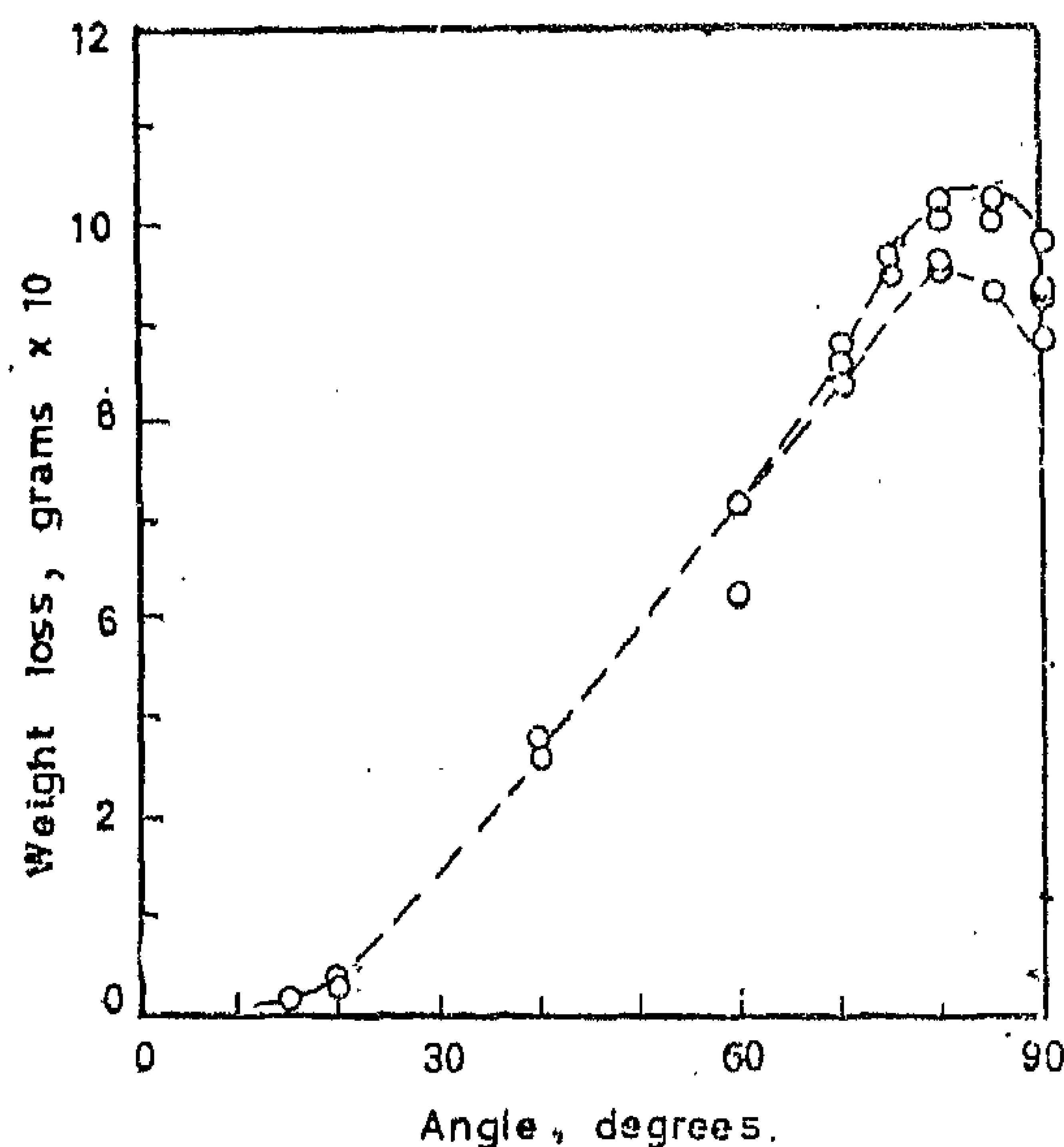


Fig. 3. Weight loss of an annealed glass as a function of angle when eroded by 54 grams of 0.023 inch diameter, steel shot at 100 ft/sec

considerably less effective in causing erosion than the angular silicon carbide particles of equivalent kinetic energy. In addition, the angle at which maximum erosion occurs in a ductile metal is greater for erosion by steel shot than is the case for silicon carbide particles.

The influence of particle velocity on weight loss was also studied for typical ductile and brittle materials at the angles which produced maximum erosion. (Fig. 4) shows the weight

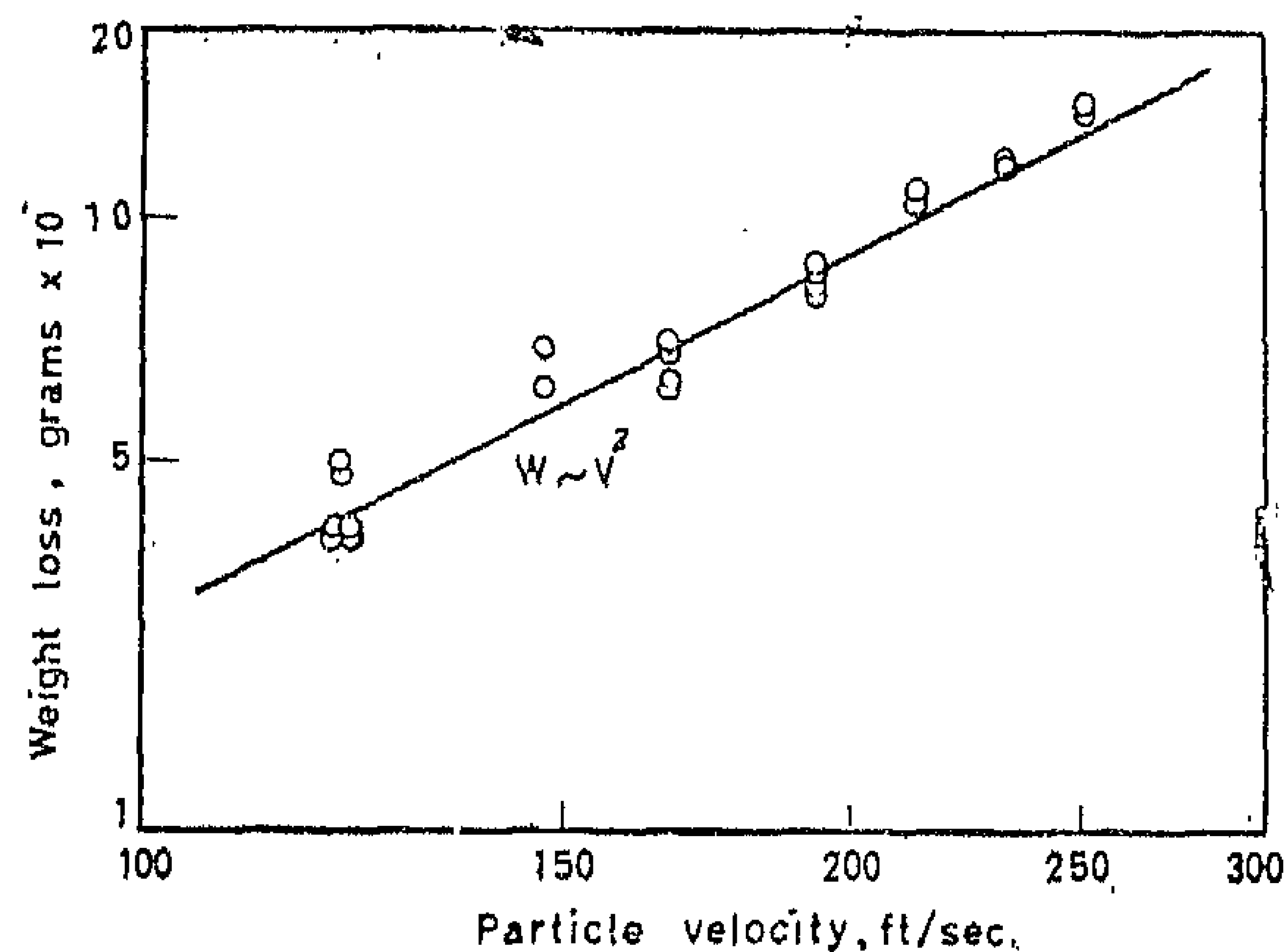


Fig. 4. Weight loss of an annealed SAE 1020 steel as a function of velocity when eroded by 20 grams of 46 mesh silicon carbide at an angle of 20°

EROSION OF MATERIALS BY SOLID PARTICLES

By

I. FINNIE and Y. KABIL

Professor of Mechanical Eng.
University of California, Berkeley, U.S.A.

Ass. Prof. of Material Testing,
Universty of Cairo, Giza, U.A.R.

Considerable wear can occur in industrial applications, such as catalytic cracking equipment, coal turbines, hydraulic turbines and many other similar applications in which solid particles are conveyed by a fluid stream. Such type of wear has been known as erosion and has been given considerable attention in the last twenty years. However, studies of erosion from a fundamental point of view appear to have started by the work of Siebel anr Brockstedt[1] who eroded plates with a stream of quartz sand directed perpendicular to the surface and found that the weight loss of hard or soft steels, as well as alloyed or unalloyed steels, was very much the same. These results were not in agreement with the practical experience that pipes of hard steel showed considerably longer life than pipes of soft steel when transporting abrasive material. Wellinger and co-workers[2, 3] carried out erosion tests with different angles of impingement and cleared up the contradiction by showing that the relative merit of different materials, for erosion resistance, could change as the angle of impingement changed. They found for a steel St. 37 that the maximum weight loss occurs when the jet is at angles of about 30° to the surface, while for harder steel St. 70 the maximum weight loss occurs at jet angles close to 90°. (perpenricular impact). Following Holtey[4], these authors attribute the weight loss in erosion to two processes which are called "rub" and "shock" wear. The wear curves are divided into these components, and it is shown that soft steels are superior under "shock" conditions while hard steels are best for 'rubbing' wear. No further correlation of the test data with the physical properties of the materials was attempted nor was an explanation given for the mechanism of material removal. Moreover, a large number of ingenious testing devices have been constructed which enable particular types of erosion to be simulated.

However, it should be noted that in most of these devices, the velocity of the eroding particles, as distinct from the fluid velocity, does not seem to have been measured in erosion experiments. The velocity and direction of an abrasive particle in a fluid are not necessarily the same as those of the fluid. For this reason the influence of particle velocity and particle size on erosion was not at all clear. Experimenters usually expressed weight loss as a function of fluid pressure or fluid velocity and the relationship of these quantities to particle velocity depends on the particle size and shape as well as the particular flow conditions of the experiment.

By means of a special erosion tester, designed by one of the writers[5], particle velocities were measured from double exposure photographs taken with a known time interval. For this purpose a high speed double flash light source was constructed. The direct measurement of particle velocity eliminates any need to measure the air velocity.

One of the more interesting features of erosion data is the manner in which the surface weight loss is influenced by the angle of impingement α at which the particles strike the surface. (Fig. 1) shows this behaviour for the erosion, by angular silicon carbide particles, of aluminum, copper, SAE 1055 steel as

REFERENCES

1) H. Atif Abdel Wahab : "Die flache Kugelschale mit elliptischem Kern unter konstantem Druck", Abhandlungen der Braunschweigischem Wissenschaftlichen Gesellschaft 1964.

2) G. Kaiser : "Die Scheibe mit elliptischem Kern" Ingenieur Archiv 1961.

3) G.N. Sawin : "Stress concentration at hole edges" Moskow 1951. "The stress distribution in a thin shell with an arbitrary hole", Problems of continuum mechanics Philadelphia, Pennsylvania 1961.

4) S. Timoshinko and Goodier : "Theory of elasticity" Mc. Graw-Hill 1951.

5) D. Withum : "Die Kreiszylinderschale mit Kreisformigem Ausschnitt unter Shub Beanspruchung", Dissertation T.H. Hannover 1957.

6) W.S. Wlassow : "Allgemeine Schalentheorie und ihre Anwendung in der Technic", Berlin 1958.

A , B : $ds^2 = A^2 d\alpha^2 + B^2 d\beta^2$; $A^2 = (\frac{\partial x}{\partial \alpha})^2 + (\frac{\partial y}{\partial \alpha})^2$,

$B^2 = (\frac{\partial x}{\partial \beta})^2 + (\frac{\partial y}{\partial \beta})^2$.

k_1, k_2, K : main curvatures of the shell; $K = k_1 . k_2 = \frac{1}{R_1} . \frac{1}{R_2}$

X , Y , Z : components of the external loads,

N_1 , N_2 : Normal forces,

Q_1 , Q_2 , S : shearing and tangential forces,

M_1 , M_2 , M_{12} : bending and drilling moments,

u , v , w : displacement components,

ε_1 , ε_2 , ω / χ_1 , χ_2 , τ : Strain components of the shell middle surface,

Θ : total strain $= \varepsilon_1 + \varepsilon_2$,

χ : angle of twist of shell element,

Ber , Bei : real- and imaginary parts of Bessel functions zero order

Ker, Kei : real- and imaginary parts of Kelvin functions zero order, zero order,

Δ^2 Laplace operator $= \frac{1}{AB} [\frac{\partial}{\partial \alpha} (\frac{B}{A} \frac{\partial}{\partial \alpha}) + \frac{\partial}{\partial \beta} (\frac{A}{B} \frac{\partial}{\partial \beta})]$

Δ_k^2 : $\frac{1}{AB} [\frac{\partial}{\partial \alpha} (\frac{B}{A} k_2 \frac{\partial}{\partial \alpha}) + \frac{\partial}{\partial \beta} (\frac{A}{B} k_1 \frac{\partial}{\partial \beta})]$.

(Fig. 12) shows the stress concentrations in a shell with infinitely rigid core with various diameteres of the core. It can be seen that the membrane stresses decrease with the increase of the core diameter, while the bending stresses increase with the dimentions of the core.

Finally, if the radius of the shell $R \rightarrow \infty$ and $w \rightarrow 0$, we get the case of the slice. The percentage increase of the stresses in a slice with circular core and acted upon by pure tension will be given by :

$$n = \frac{1 - t_o/t_1}{(1+\nu)/(1-\nu) + (t_o/t_1)^2} \cdot \frac{r_o^2}{r^2} \cdot 100 \quad 12)$$

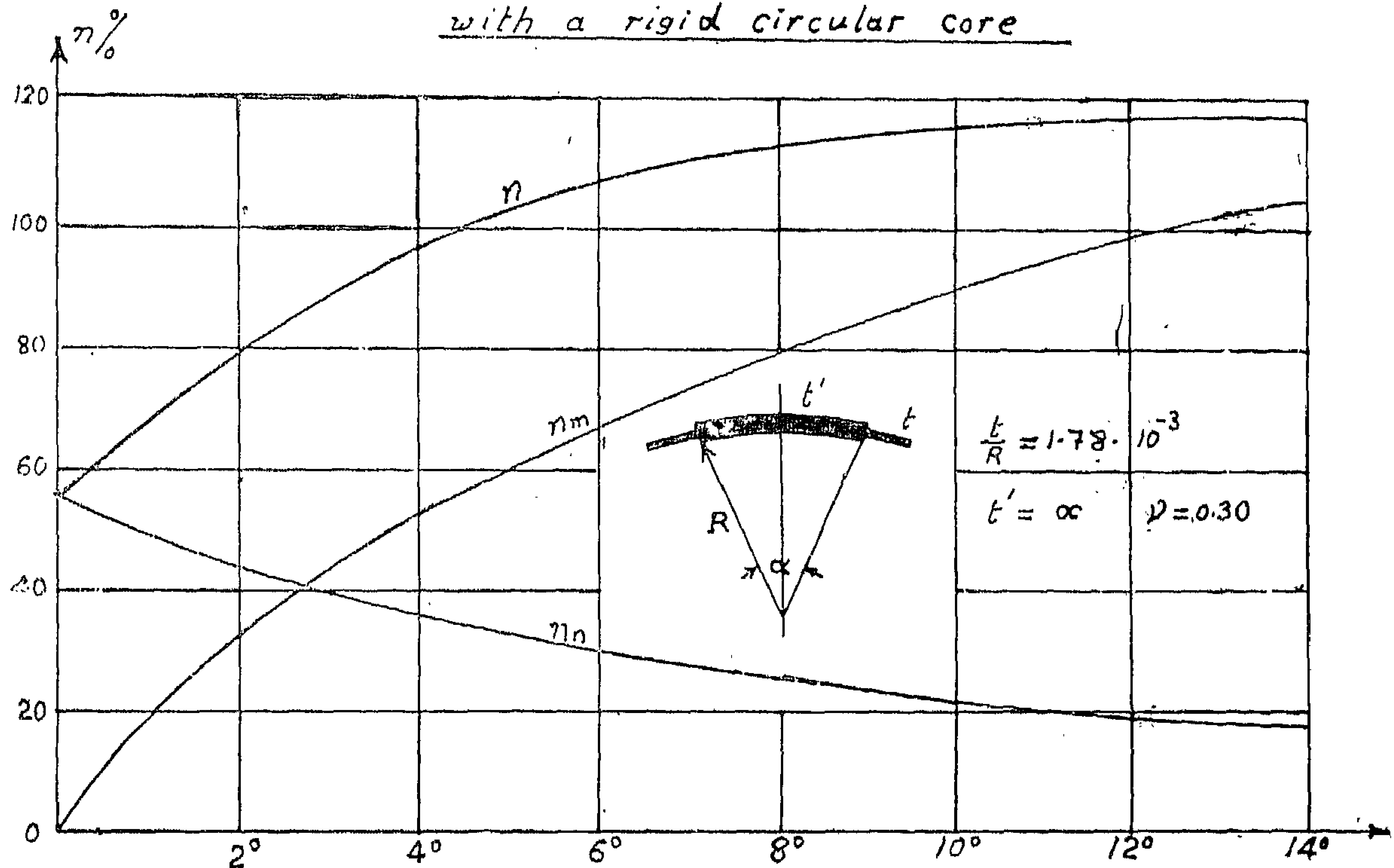
The dotted line in (fig. 11) shows the stress concentration in the slice along the perimeter of the core ($r = r_o$).

The problem of stress concentrations in structures is rather young. There are still too much to do in this field, for example, stiffners are generally arranged on one side, namely, the external surface. Due to the change of the centre line of the shell, an additional moment will be induced, (fig. 13). This moment has, however a favourable effect on the stresses of the shell which makes it worty to study this case.

9. *Appendix*

9.1. *Notations,*

a, b	: radii of the elliptic core,
2c	: focal distance of the elliptic core,
r_o	: radius of the circular fore,
R	: radius of the spherical shell,
t	: thickness of the shell,
E	: modulus of elesticity,
ν	: Possion's ratio,
D	: $\frac{ET^3}{12(1-\nu^2)}$, bending stiffness of the shell,
G	: modulus of rigidity,
α, β	: arbitrary orthogonal koordinates,
x, y	: Cartesian coordinates,
r, Θ	: polar coordinates,



8) Discussion of the results :

(Table 3) shows the straining actions along the perimeter of the circular core. A comparison is made between 3 different cases namely, rigid core which can be a supporting area, elastic core which can be a stiffner and a circular hole.

In the first case the values of the meridian force N_r are increased while that of the ring force are decreased, bending moments Mr and Me are also induced in the shell. This means that the rigid core causes an art of fixation for the external zone. The behaviour of the elastic core is similar to that of the rigid core ($t_i > t_o$). However, the stress concentrations are smaller in the first case. It can be also concluded that the stress concentrations caused by a certain stiffner increase with the rigidity of the stiffner. In the case of the circular hole the meridian forces and moments disappear while the ring force is strongly increased and the ring moment MΘ appears.

(Fig. 11) shows the percentage increase in the stresses due to normal force n_n and due to bending moment n_m and the total increase in stresses n in the same shell for varying stiffness of the core. It is clear that these stresses increase with the increase of $\frac{t_i}{t_o}$. The increase of the membrane stresses in the shell is generally smaller than that of the similar slice for weak stiffners (till $t_o/t_i = 0.6$). However the stresses of the shell are bigger as long as t_i increases.

Equations 6) will be reduced to,

$$(\Delta^2 \Delta^2 + \frac{Et}{DR^2})\ \omega = \frac{Z}{D}, \qquad 11)$$

and $\chi = 0$ from symmetry. The general so-lution of equation 11) is,

$$\omega_i = \frac{R^2 P\ (1-\nu)}{2\ Et_i} + A_1\ \text{Ber}\ (\alpha r) + A_2\ \text{Bei}\ (\alpha r),$$ for the

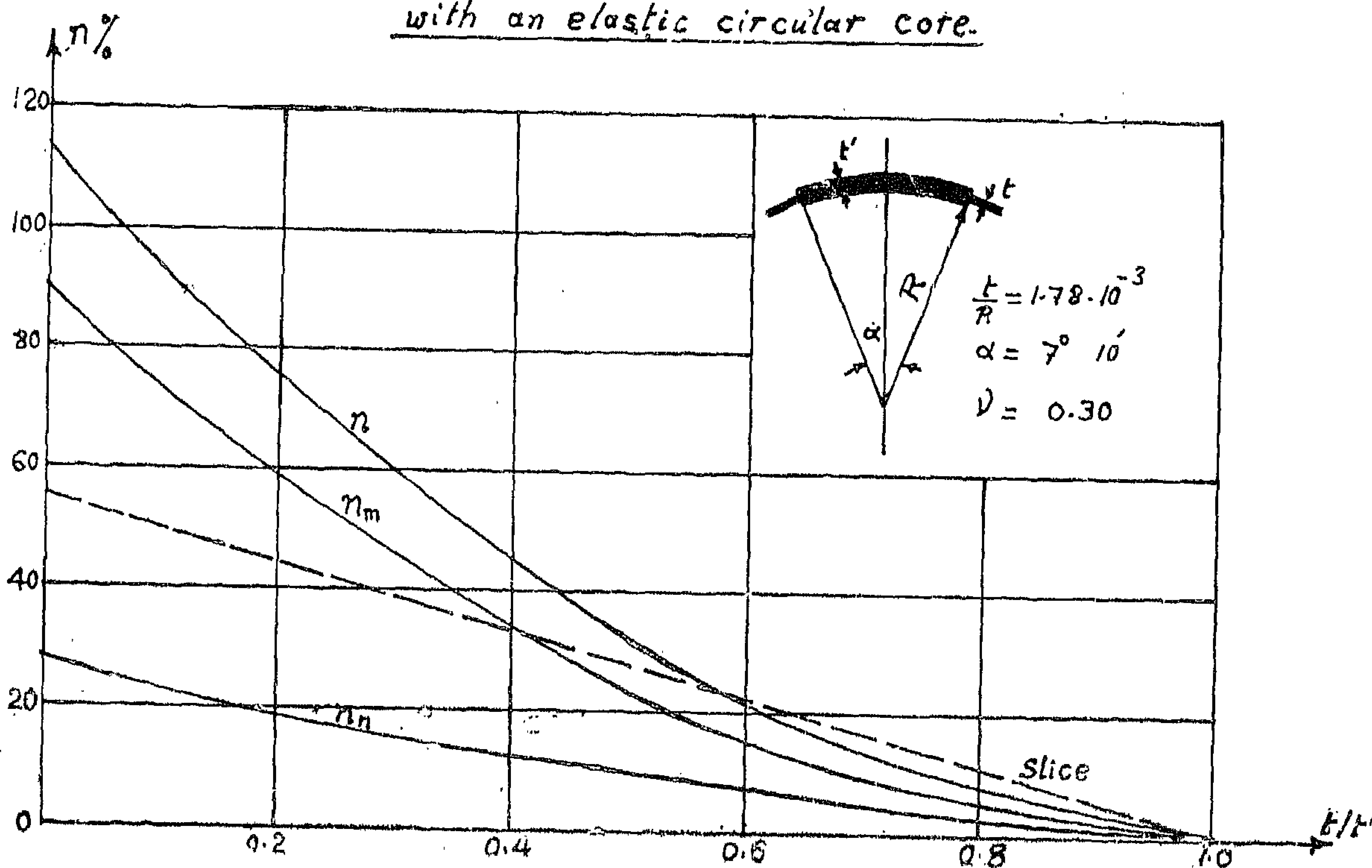
external zone.

$$\omega_o = \frac{R^2 P\ (1-\nu)}{2\ Et_o} + B_1\ \text{Ber}\ (\alpha r) + B_2\ \text{Kei}\ (\alpha r),$$ for the

where $\alpha = \sqrt[4]{Et/DR^2}$, A_1, B_1, A_2, B_2 are integral constants which can be easily calcul-ated from the conditions, for $r = r_o$,

$$\omega_i = \omega_o,\ N_{1i} = N_{1o},\ \frac{\partial \omega_i}{\partial r} = \frac{\partial \omega_o}{\partial r},\ M_{1i} = M_{1o}.$$

(Table 3) as well as (figures 11 and 12) show the results of this treatment for some solved examples.



Putting Z = O and w = O in equations 9), the 1st equation disappears while the second equation $\Delta^2 \chi = 0$ only remains. The total strain Θ will be given by $\Delta^2 \Theta = 0$.

$$\frac{\partial \theta}{\partial \alpha} - (1-\nu)\frac{\partial \chi}{\partial \beta} = 0 ,$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial \beta} + (1-\nu)\frac{\partial \chi}{\partial \alpha} = 0 .$$

Equations 10) are the well known Cauchy-Riemann differential equations which can be satisfied by any analytic complex function whose real part represents Θ and imaginary part represents $(1-\nu)\chi$. Starting from the theory of slices, G. Kaiser obtained these equations and used it for calculating the stress concentrations in a slice with an elliptic core.

The above investigation shows clearly that this theory of shells bild the general theory for problems of stress concentrations. The cases of plates or slices can be considered as special cases of shells. Moreover, equations 4) contain two main variables w and χ which are independant from each other and from the chosen coordinates. To solve these equations, it is required to choose suitable coordinates according to the shape of the core. For example, polar coordinates for a circular core, elliptic coordinates for elliptic core, Kartesian coordinates for rectangular core and so on.

These equations represent the theory of slices and fan be easily obtained by elimination from the two differential equations of the slice,

$$10_{a-b}) .$$

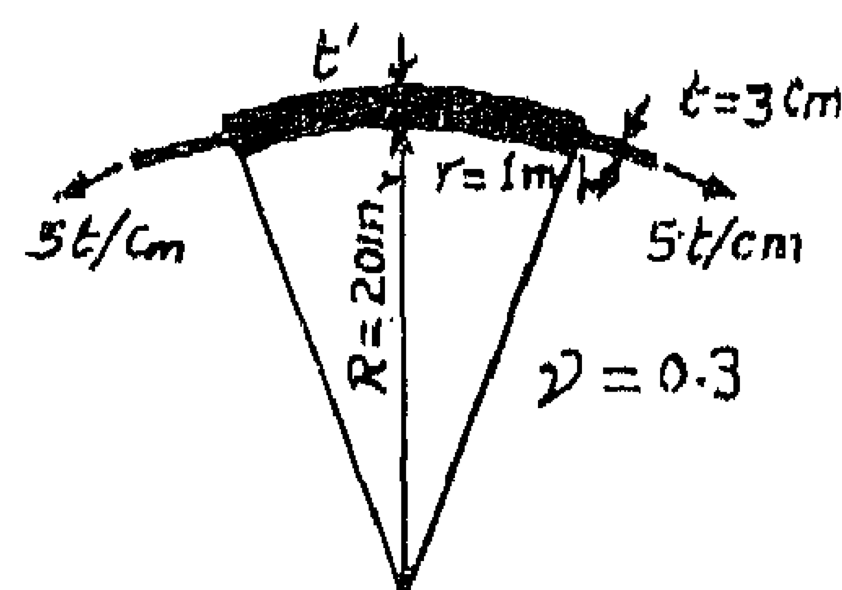
7) Spherical shell with a circular core:

Consider an infinite part of a spherical shell provided with a circular core and acted upon by internal pressure p as shown in (fig. 10). It is required to calculate the stress concentrations in the shell due to this core. Chosen polar coordinates (r, Θ). $\therefore x = r\cos\Theta$, $y = r\sin\Theta$, $A^2 = (\frac{\partial x}{\partial r})^2 + (\frac{\partial y}{\partial r})^2 = 1$, $B^2 = (\frac{\partial x}{\partial \theta})^2 + (\frac{\partial y}{\partial \theta})^2 = r^2$.

Table(3) Spherical shell with a circular core

(straining actions along the perimeter of the core)

$\alpha = 5^\circ\ 48'$	rigid core $t' = \infty$	elastic core $t' = 2t$	circular hole $t' = 0$
N_r t/cm	5.950	5.620	0
N_θ t/cm	2.250	4.250	7.450
M_r cmt/cm	-2.460	-0.615	0
M_θ cmt/cm	-0.815	-0.320	3.850



The strain components and straining actions can be obtained from equations 2) and 3) by substituting for the displacements (u, v, w) from equations 4) and 5).

5) General theory of spherical shells.

For a sphere $k_1 = k_2 = \frac{1}{R} \quad \nabla^2 = \frac{1}{R} \nabla^2$.

Considering only vertical loads, X = Y = O. The general theory of flat shells will be reduced to,

$$\left(\Delta^2 \Delta^2 + \frac{Et}{DR^2}\right) \Delta^2 \omega = \frac{\Delta^2 Z}{D}$$
$$\Delta^2 \chi = 0 \qquad 6_{a-b}).$$

The total strain and the tangential displace-ments take the form,

$$\Theta = \frac{1-\nu}{Et} RZ - \frac{Rt^2}{12(1+\nu)} \Delta^2\Delta^2\omega,$$
$$u = -\frac{R^2}{(1-\nu)} \frac{1}{A} \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} + \frac{R^2}{B} \frac{\partial \chi}{\partial \beta} + \frac{R}{A} \frac{\partial \omega}{\partial \alpha},$$
$$v = -\frac{R}{(1-\nu)} \frac{1}{B} \frac{\partial \theta}{\partial \beta} - \frac{R^2}{A} \frac{\partial \chi}{\partial \alpha} + \frac{R}{B} \frac{\partial \omega}{\partial \beta}. \qquad 7_{a-c}).$$

Finally the strain components bekome,

$$\epsilon_1 = \frac{1}{A} \frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{I}{AB} \frac{\partial A}{\partial \beta} v + \frac{\omega}{R},$$
$$\epsilon_2 = \frac{1}{B} \frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{I}{AB} \frac{\partial B}{\partial \alpha} u + \frac{\omega}{R}. \qquad 8_{a-b}).$$

The rest strain components and straining actions keep the same form as before.

6) Simplification of the theory of shells to cover the case of a plate or a slice,

Putting R = ∝ in equations 6), it follows;

$$\Delta^2 \Delta^2 \omega = \frac{Z}{D}$$
$$\Delta^2 \chi = O. \qquad 9_{a-b}).$$

The 1st. equation represents the bending theory of plates, while the second equation represents the comptability condition of the plate.

For steels this ratio is equal to 0.462.

For liquids such ratio (assuming unit volumetric strain per unit time) is very much smaller. Fot water at 10 deg. Cent. and at 1 kp/sq.cm. this ratio is equal to

$$(133.2 \times 10^{-6}) / (54.2 \times 10^{4}) = 2.46 \times 10^{-10}$$

Thus we car appretiate why the difference between the behaviours do exist. In the torsion problem, however, no change in volume is encountered and hence the analogy is valid.

Another difference — although of no effect on the pressure ffield — is to be mentioned. The modulus of rigidity of an elastic material is an elastic constant responsible for a reversible process. In fluid the viscosity has a damping, irrevesible characteristic.

Before closing the lecture, a brief account of some physical properties of fluids and solids is justified. We have only discussed Newtonian fluids and elastic bodies. These are only special cases.

1) Purely viscous fluids;
   a) Newtonian Fluids $\tau = \mu \, . \, u'$
   b) Non Newtonian Fluids $\tau = F\,(u')$

2) Time dependent fluids

   $$u' = \Phi\,(t\,,\,\tau)$$

   Paints are examples.

3) Visco elastic fluids (Strain dependent)

   $$u' = \psi\,(\gamma\,,\,\tau)$$

4) Complex Rheological systems envolving complexities of the above categories.

5) Fluids for which the shear rate depends on the shear stress and the magnetic field.

6) Fluids which must be considered as being composed of discrete particles rather than continous media.

The above definitions are generally found in fluid mechanics references. In mechanics of solids we find :

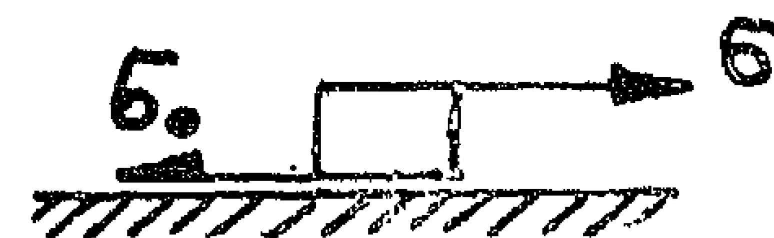
1) Hookean substance or perfectly elastic material represented by a spring

   $$\sigma = k\,.\,\epsilon$$

2) A yield stress condition, analogeous to solid friction state or perfectly plastic material or St.-Venant Material

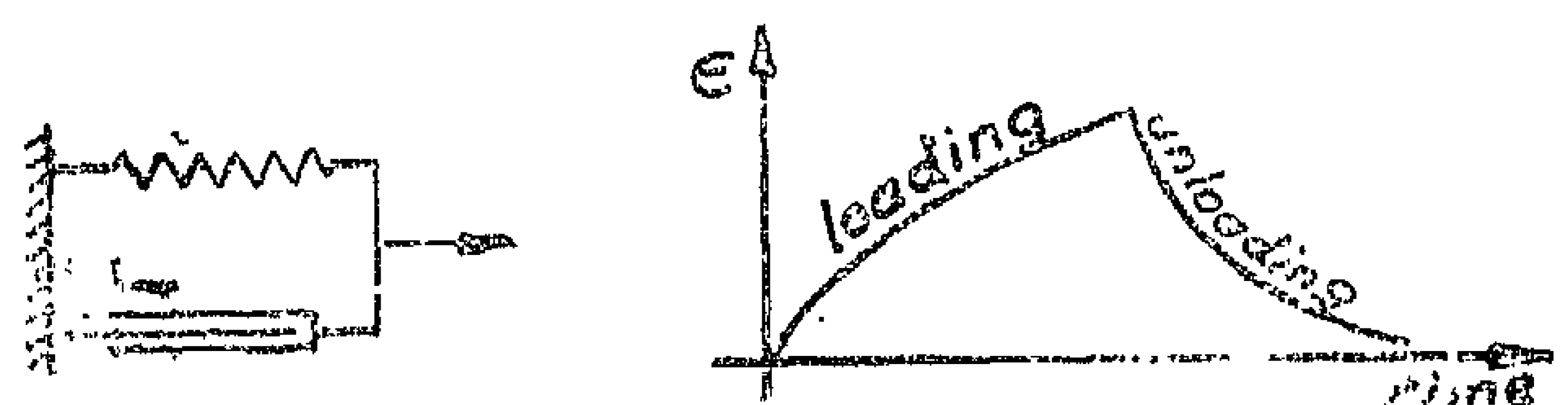
   For $\sigma < \sigma_0$ $\quad \epsilon = 0$

   $\sigma > \sigma_0$ $\quad \epsilon > 0$

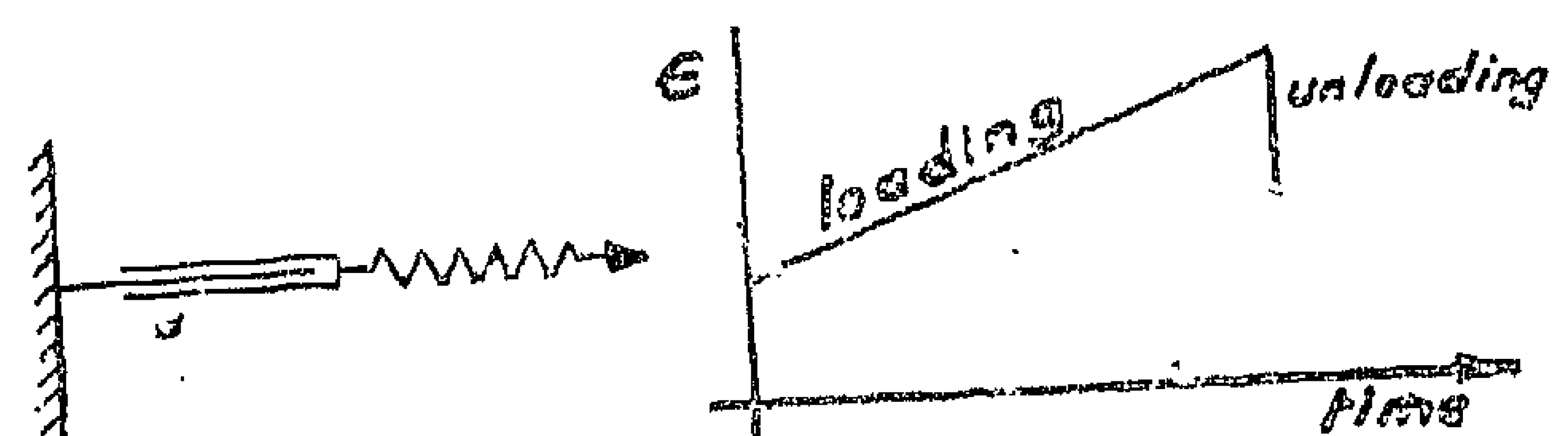


3) "Kelvin-Voigt" or Firmo Viscous Substance.

   The behaviour of such material is similar to that of a spring and dashpot in parallel.



4) "Maxwell" or Elastico Viscous substance. The behaviour is similar to a spring-dashpot in series



5) Actual Materials are conbinations of all the above.

7. BOUNDARY LAYERS IN FLUID MECHANICS AND IN THE THEORY OF DEFORMABLE SOLIDS.

In fields simplified assumptions are generally made to make easy the mathematical formulation. As an example the assumptions of potential flow in fluid mechanics is generally used to describe the conditions away from the boundaries. Also in plate theory the assumptions of a thin plate is used. Near the wall such assumptions are not valid. The flow is not potential. Thel plate could not be assumed as thin.

In either case the concept of the boundary layer is very usefull. The effects of boundaries are assumed to show in a very small distance near the boundary. In fluid mechanics the idea of a boundary layer is accepted and a big propotion of the research in fluid mechanics is devoted to the theory of boundary layer. In mechanics of deformable solids the idea has not yet gained much ground, although its existane is accepted. The St.-Venant principle states that if the forces acting on a small proportion of the surface of an elastic body are replaced by another statically equivalent system of forces acting on the same portion of the surface, this redistribution of loading produces substantial changes in the stresses locally but has a negligible effect on the stresses at distances which are large in comparison with the linear dimensions of the surface on which the forces are changed.

In theory of thin plates, the trials to formulate the boundary conditions can be traced back to Poisson's three conditions which Kirchoff reduced to Two. Kirchoff made full use of St. Venant principle by replacing the boundary system by another statically equivalent system. According to Lord Kelvin and Peter Gurthrie Tait the disturbace caused by such an introduction can be estimated to diffuse to a distance of the order of magnitude of the plate thicnkness. Reissner tried to present the boundary conditions in a more detailed form. The present lecturer made full use of the boundary layer theory as it exist in fluid mechanics and adjusted the Kirchoff's boundary conditions. Goldenvieser presented however another attack depending on assumptotic fethods. It is one of the most interesting problems that is waiting investigation.

8. MATERIAL BEHAVIOUR

A question arises; why strict analogy does exist only between the torsion problem and the viscous flow in pipes. In other problems it was a mathematical similatity in a more or less manner. This is due to the differenc in the behaviour of the medium, i.e. between the gaseous or liquid state and the solid state.

For solid materials the ratio of the change of form to the change in volume can be measured by the tatio of the modulus of rigidity to Bulks the modulus of elasticity which is equal to

$$3\,(1 - 2\,m) \;/\; 2\,(1 + m)$$

L. Prandtel introduced the new stress function ψ^* such that

$$\psi^* = \left(\psi - \frac{x^2 + y^2}{2}\right)$$

to get

$$\tau_{zx} = \sigma\theta \frac{\partial\psi^*}{\partial y} \quad \& \quad \tau_{yz} = - \sigma\theta \frac{\partial\psi^*}{\partial x}$$

Along a boundary (free boundary) ψ^* is a constant and in the direction of the shear stress the value of ψ^* is also constant.

Knowing that ψ satisfies the Laplace equation we get for

$$\nabla^2\psi^* - 2 = 0$$

Comparing with the problems of rotational flow and of the viscous flow in pipes we can grasp the analogy as follows

Torsion problem	Rorational Problem	Viscous flow
Stress function ψ^*	Stream function ψ	Axial velocity w
$\nabla^2\psi^* = 2$	$\nabla^2\psi = -2\,\omega_z$	$\nabla^2 w = K/s$
$\tau_{zx} = \partial\psi^*/\partial y$	$u = -\partial\psi/\partial y$	
$\tau_{yz} = -\partial\psi^*/\partial x$	$v = -\partial\psi/\partial x$	

6,2. Plane stress with no body forces and "Mathematical" analogy with plane viscous flow.

With the Airy function Φ introduced we have

$$\frac{\partial^4\Phi}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4\Phi}{\partial x^2\partial y^2} + \frac{\partial^4\Phi}{\partial y^4} = 0 \quad \text{or} \quad \nabla^4\Phi = 0$$

where

$$\sigma_x = \partial^2\Phi/\partial y^2 \quad \sigma_y = \partial^2\Phi/dx^2 \quad \tau_{xy} = -\partial^2\Phi/\partial x\,\partial y$$

Comparing with plane viscous flow we can see that the stream function is replaced by stress function.

6,3. Thin unloaded plate theory and "mathematical" analogy with plane viscous flow.

The deflection w must satisfy the relation

$$\nabla^4 w = 0$$

which yield analogy between the deflection w and the stream function ψ.

6,4. Thick cylinders and "mathematical" analogy with viscous flow between rotating cylinders.

The theory of thick cylinders yields for the radial displacements "u" the relation

$$u = c_1 r + c_2/r$$

where c_1 and c_2 are determined from the stress conditions or the strain conditions at the inner and outer radii.

The above relation is very similar to the relaltion relating the velocity with the radius in the case of viscous flow between rotating cylinders.

5,3. Viscous flow through pipes away from the inlet conditions.

With the pipe axis coinciding with the z — axis we get

$$u = v = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial y} = 0 \quad \text{(parallel flow)}$$

$$\partial p/\partial z = \text{const.} = K$$

Hence the Navier-Stokes relation

or $$\mu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) = - \frac{\partial p}{\partial z}$$

i.e. $$\partial^2 w/\partial x^2 + \partial^2 w/\partial y^2 + K/\mu = 0$$

$$\nabla^2 w + K/\mu = 0$$

5,4. Viscous flow between two rotating co-axial cylinders.

Let the z —axis coincide with the cylinders' axis. Let also

u = tangential velocity component.

u = radial velocity component.

w = axial velocity component.

to get $v = w = 0$

The Navier Stokes equations specialise to the form

$$g \frac{u^2}{r} = \partial p/\partial r \ \&$$

$$\partial^2 u/\partial r^2 + \partial (u/r)/\partial r = 0$$

Which are satisfied by the solution

$$u = c_1 r + c_2/r$$

where

$$c_1 = \frac{1}{r_2^2 - r_1^2} (\omega_2 r_2^2 - \omega_1 r_1^2)$$

$$c_2 = \frac{1}{r_2^2 - r_1^2} (r_1^2 r_2^2 (\omega_2 - \omega_1))$$

6. MECHANICS OF DEFORMABLE MEDIUMS (SOLIDS) & ANALOGIES

6,1. Torsion problem versus two dimensional rotational flow and viscous flow through pipes.

With z — axis coinciding with the prism axis, let

$$u = -\theta z y, \quad v = \theta z x$$

Θ = angle of rotation

The warping of the section is given by $w = \Theta \cdot \Phi(x, y)$

Hence we get

$$\tau_{zx} = G\theta \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x} - y\right) \quad \& \quad \tau_{yz} = G\theta \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y} + x\right)$$

Φ satisfies the Laplace equation $(\nabla^2 \Phi = 0)$

Let us introduce the conjugate function ψ such that

$$\partial \Phi/\partial x = \partial \psi/\partial y \ \& \ \partial \Phi/\partial y = - \partial \psi/\partial x$$

to get

$$\tau_{zx} = \sigma\theta \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} - y\right) \quad \& \quad \tau_{zy} = -\sigma\theta \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} - x\right)$$

ψ satisfies also the Laplace equation $\nabla^2 \psi = 0$

on the fluid conditions. If two solid surfaces are in contact, so the normal displacements have to be the same to keep contact, but relative slip may ahappen with the resultant fristion forces. If may however happen that a thin film of fluid separates. In this case fluid friction may be neglected.

Similar boundary conditions are necessary if similarity is expected.

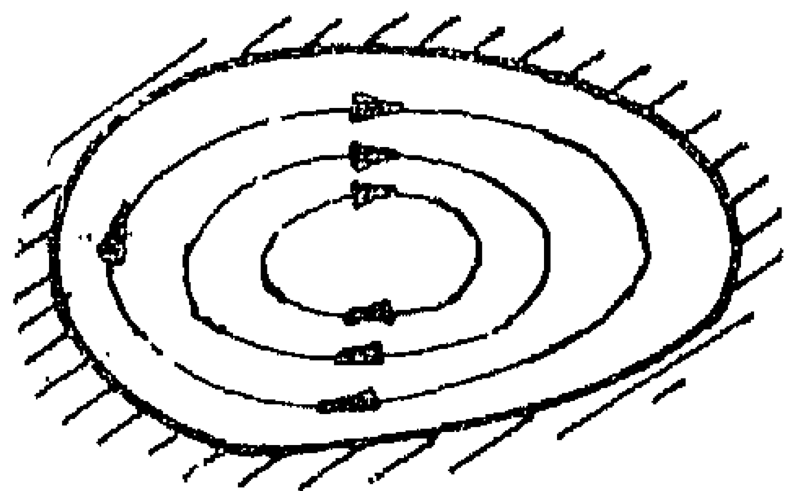
In the following we shall give some problems in fluid mechanics which have similar problems in mechanics of deformable solids either in the strict sence or in the shape of the solution. We then proceed to discuss ihe reasons for differences.

5. MECHANICS OF FLUIDS

5, 1. Two dimensional rotational incompressible flow in a simply connected region with slip at the boundary and no shear stresses.

Such motion is characteristed by the two differential equations:

Vorticity equation



$$\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = 2\,\omega_z$$

Continuity equation

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

With the introduction of the stream function ψ such that

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \qquad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}$$

The continuity equation is satisfied and the vorticity equation takes the form

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -2\omega_z \text{ or } \nabla^2\psi + 2\,\omega_z = 0$$

Another form of the vorticity equation is

$$\frac{c}{g} + \frac{\partial c}{\partial n} = 2\,\omega_z$$

where c = velocity = $\sqrt{(u^2 + v^2)}$

n = direction normal to the stream line.

g = radius of curvature of the stream line.

5,2. Two dimensional incompressible creeping flow.

Such flow must satisfy the special of the Navier Stokes equations

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$$

$$-\frac{\partial p}{\partial y} = \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)$$

and the continuity equation

$$\partial u/\partial x + \partial v/\partial y = 0$$

The latter equation permits the introduction of the stream function ψ. The Navier Stokes equations reduce to the single relation

$$\frac{\partial^4 \psi}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 \psi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \psi}{\partial y^4} = 0 \text{ or } \nabla^4\psi = 0$$

which is satisfied by biharmonic functions.

where

E = Young's modulus of Elasticity

m = Poisson's ratio

From the above relations we see that the general relations governing stresses and strains are nearly the same in fluids and in solids. Could we now expect complete analogy? This is the main question. To answer it we have to consider the problem from two directions.

— The Inertia problem

— Boundary value problem.

However after discussing the above points a deeper insight in the physical properties of solid materials and fluids is necessary. This is necessary to get a better view of the two fields.

3. INERTIA PROBLEM

Here lies a main difference between solid mechanics and fluid mechanics. Keeping in mind the meaning of the notations, in solids we always have u, v & w very small so that we can write for the acceleration components

$$\partial^2 u/\partial t^2, \qquad \partial^2 v/\partial t^2, \qquad \partial^2 w/\partial t^2,$$

In fluids the acceleration components are however given by

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z}$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z}$$

Thus a wide divergence between the dynamic behaviour as shown in the equations does appear.

If however we are dealing with static conditions of solids and with quasi-static conditions of fluids, an analogy between the equations of motion does exist. We must however remark that fuild motion is necessary for shear stresses to exist. But to neglect inertia effects the ratio of the inertia forces to the viscous forces, i.e. The Reynolds number must be very small, i.e. we have the so-called creeping viscous flow.

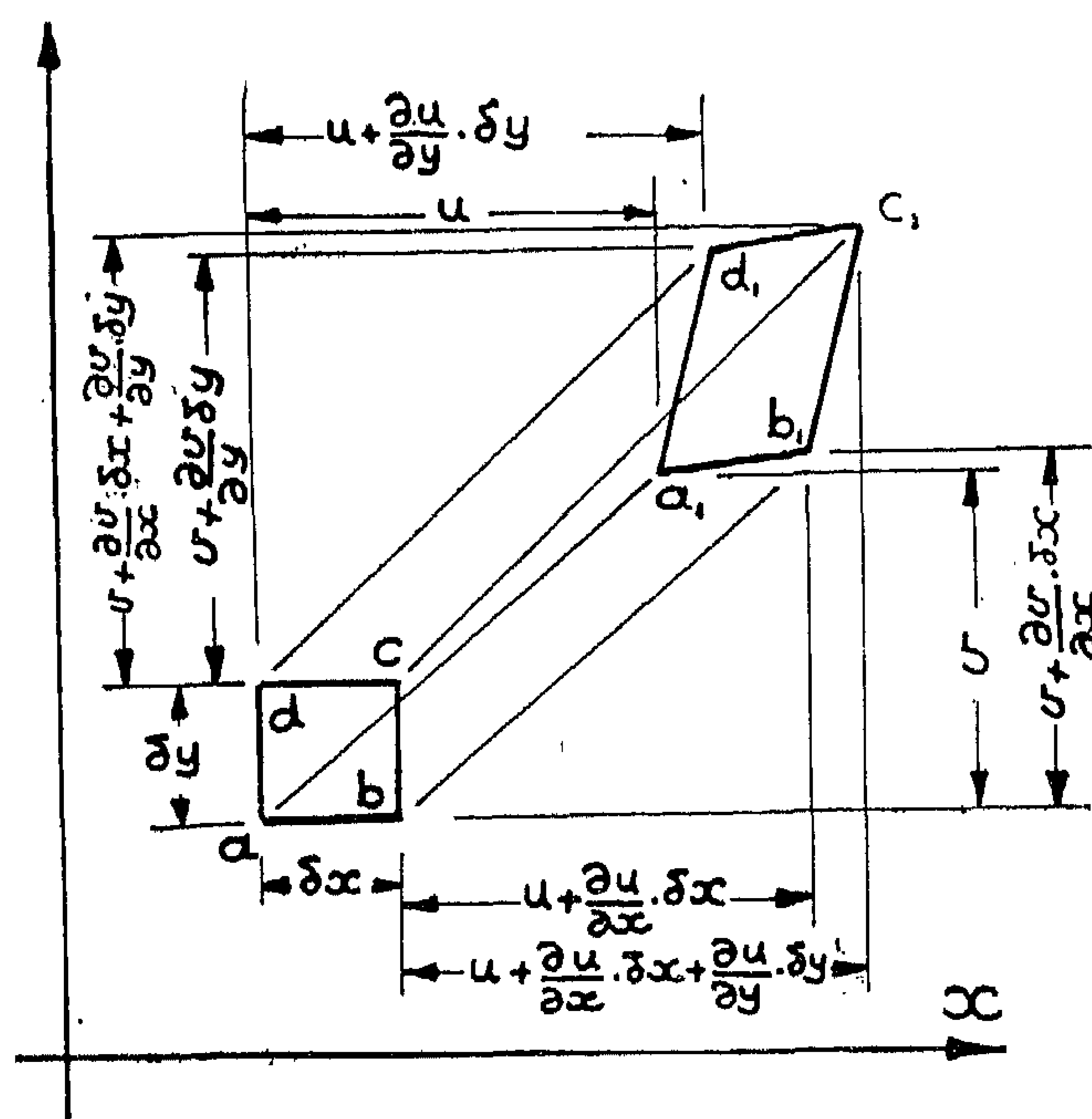
Thus a necessary condition for similarity is equilibrium conditions for solids and creeping flow conditions in fluids.

4. BOUNDARY CONDITIONS

The problems of flulid mchanics and of mechanics of deformable solids are boundary value problems. The boundary conditions do impose the solution, or in other words the solution has to satisfy the boundary conditions.

In fluids we have either a free surface or a solid boundary which may be stationary or moving. In case of a free surface the pressure is a constant and the fluid particle just at the free surface can attain a velocity which may be steady or of a non-steady character. In case of a solid boundary we have the *non-slip* property and consequently we have the problems of that branch of fluid mechanics called the boundary layer problems. In special fluids where the distance between the molecules is big slip at the solid boundary do exist.

In solids the problem is somewhat different. At the free surface the stresses are imposed by the fluid adjacent, the displacements of the point on the surface may attain values that may or may not be dependent



Shear Strains

$$\gamma_{zx} = \gamma_{xz} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}$$

$$\gamma_{yz} = \gamma_{zy} = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}$$

$$\gamma_{xy} = \gamma_{yx} = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}$$

and Rotational components

$$2\,\omega_z = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}$$

$$2\,\omega_y = \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}$$

$$2\,\omega_x = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$

2. STRESSES

The stress conditions at a point in a solid or in a fluid are given by :

— Normal stresses σ_x , σ_y , σ_z

— Shear stresses $\tau_{xy} = \tau_{yx}$, $\tau_{yz} = \tau_{zy}$ $\tau_{zx} = \tau_{xz}$

Following the lines used in viscous flow by subtracting the pressure "p" such that the total normal stresses are given by

$$\sigma_x = \sigma_x^* - p$$
$$\sigma_y = \sigma_y^* - p$$
$$\sigma_z = \sigma_z^* - p$$

such that

$$p = \frac{1}{3}\,(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$$

GENERALISED HOOKE'S LAW

(For elastic and Newtonain fluids)

In either isotropic solids or fluids we have the generalised Hooke's relations expressed in one form as

$$\sigma_x^* = \lambda\,\theta + 2\,\mu.\ \partial u/\partial x$$

$$\sigma_y^* = \lambda\,\theta + 2\,\mu.\ \partial v/\partial y$$

$$\sigma_z^* = \lambda\,\theta + 2\,\mu.\ \partial w/\partial z$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \mu.\ \partial v/\partial x + \partial u/\partial y\ )$$

$$\tau_{yz} = \tau_{zy} = \mu.\ (\ \partial w/\partial y + \partial v/\partial z\ )$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = \mu.\ (\ \partial u/\partial z + \partial w/\partial x\ )$$

λ and μ are the Lame coeffiicients related together by the Stokes relation as generally quoted in fulid dynamics

$$3\lambda + 2\mu = 0$$

μ is the dynamic coefficient of viscosity.
In solids μ is replaced by the modulus of rigidity G ,

$$G = E/2\ (1 + m)$$

Also we have

$$-\ p = \frac{E}{3\ (1-2m)}\,.\ \Theta = K\,\Theta$$

FLUID MECHANICS VERSUS MECHANICS OF ELASTIC BODIES

by

MOHAMED I.I. RASHED,* Dr.Sc.Tech.

Professor of Aercdynamics,
Faculty of Engineering, Cairo University.

1. STRAINS

From the strain and deformation point of view the two pictures describing a fluid in motion at time t and at time $t + \delta t$ are exactly similar to the two pictures describing a solid body in the unstrained and strained conditions.

Let u, v and w denote either displacement components in the x−, y−, z —directions in deformable—solids problems. Let also the same notations denote the velocity components in the same directions.

Very near to a point (x_0, y_0, z_0) we have

$$u - u_0 = \frac{\partial u}{\partial x} . \delta x + \frac{\partial u}{\partial y} . \delta y + \frac{\partial u}{\partial z} . \delta z$$

$$v - v_0 = \frac{\partial v}{\partial x} . \delta x + \frac{\partial v}{\partial y} . \delta y + \frac{\partial v}{\partial z} . \delta z$$

$$w - w_0 = \frac{\partial w}{\partial x} . \delta x + \frac{\partial w}{\partial y} . \delta y + \frac{\partial w}{\partial z} . \delta z$$

Such expressions represent the relative displacements in mechanics of deformable bodies or relative velocities in mechanics of fluids. In the latter case if we multiply by δt we get the expression for the relative displacement components in time δt. To visualise the displacement of an elementary rectangular element in a two dimensional strain case we refer to the following figure.

The strained picture is in other words a transformed form of the unstrained pattern. In a very small region the transformation is linear with the transformation coefficients written in the matrix form

$$\begin{matrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial y} & \frac{\partial u}{\partial z} \\ \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{\partial v}{\partial z} \\ \frac{\partial w}{\partial x} & \frac{\partial w}{\partial y} & \frac{\partial w}{\partial z} \end{matrix}$$

An element in three dimensions is subjected to the following;

— Displacement in the x−, y− & z —directions,

— Linear strains ϵ_i in the x−,
rections of values

$$\epsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \qquad \epsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}, \qquad \epsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z},$$

with the corresponding volumetric strain (an invariant)

$$\Theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

— The other terms describing the transformation are combined and decomposed according to CAUCHY-STOKES decomposition theorm as :

Knowing the deflection w and the angle of twist χ from equations 4), the total strain ($\Theta = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$) and the tangential displace- ments u, v can be given from the following equations,

$$\left.\begin{aligned} (k_1+k_2)\frac{1+\nu}{2}\Theta + \frac{t^2}{12}\nabla^2\nabla^2 w &= \frac{1-\nu^2}{Et}Z \\ Ku &= \frac{-1}{A(1-\nu)}\frac{\partial \alpha}{\partial \Theta} + \frac{1}{B}\frac{\partial \chi}{\partial \beta} + \frac{k_2}{A}\frac{\partial w}{\partial \alpha} - \frac{1+\nu}{Et}X \\ Kv &= \frac{-1}{B(1-\nu)}\frac{\partial \Theta}{\partial \beta} - \frac{1}{A}\frac{\partial \chi}{\partial \alpha} + \frac{k_2}{B}\frac{\partial w}{\partial \beta} - \frac{1+\nu}{Et}Y \,, \end{aligned}\right\} \quad 4_{a-c}).$$

REFERENCES

1. Theory of elasticity by S. Timoshinko and Goodier Mc. Graw-Hill 1951.
2. G.N. Sawin "Stress concentration at hole edges", Moskow 1951.
3. D. Withum "Die Kreiszylinderschale mit Kerisformigem Ausschnitt", Dissertation T.H. Hannover 1957.
4. G.N. Sawin "The stress distribution in a thin shell with an arbitrary hole", Problems of continuum mechanics, Philadelphia, Pennsylvania 1961.
5. G. Kaiser "Die Scheibe mit elliptischem Kern", Ingenieur Archiv 1961.
6. H.A. Abdel Wahab "Die Flache Kugelschale mit elliptischem Kern unter konstantem Druck", Abhandlungen der Braunsweigische Wissenschaftlichen Gesellschaft 1964.

GENERAL THEORY OF SHELLS

As mentioned before, the bending theory of flat shells will be given in the following form, (fig. 9), shows a shell element.

u , v , w : displacement components.

ϵ_1 , ϵ_2 , ω , $\varkappa_1$, $\varkappa_2$ and τ : strain components where,

$$\left.\begin{aligned}
\epsilon_1 &= \frac{I}{A}\frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{I}{AB}\frac{\partial A}{\partial \beta} v + k_1 w, \\
\epsilon_2 &= \frac{I}{B}\frac{\partial v}{\partial \beta} + \frac{I}{AB}\frac{\partial B}{\partial \alpha} u + k_2 w \\
\omega &= \frac{A}{B}\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{u}{A}\right) + \frac{B}{A}\frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{V}{B}\right), \\
\varkappa_1 &= -\frac{I}{A}\frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{I}{A}\frac{\partial w}{\partial \alpha}\right) - \frac{I}{AB^2}\frac{\partial A}{\partial \beta}\frac{\partial w}{\partial \beta}, \\
\varkappa_2 &= -\frac{I}{B}\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{I}{B}\frac{\partial w}{\partial \beta}\right) - \frac{I}{A^2B}\frac{\partial B}{\partial \alpha}\frac{\partial w}{\partial \alpha}, \\
\tau &= -\frac{I}{AB}\left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{I}{A}\frac{\partial A}{\partial \beta}\frac{\partial w}{\partial \alpha} - \frac{I}{B}\frac{\partial B}{\partial \alpha}\frac{\partial w}{\partial \beta}\right).
\end{aligned}\right\} \quad 2_{a-t})$$

The straining actions are given by,

$$\left.\begin{aligned}
N_1 &= \frac{Et}{(1-\nu^2)}(\epsilon_1 + \nu\,\epsilon_2), & M_1 &= \frac{-Et^3}{12\,(1-\nu^2)}(\varkappa_1 + \nu\,\varkappa_2), \\
N_2 &= \frac{Et}{(1-\nu^2)}(\epsilon_2 + \nu\,\epsilon_1), & M_2 &= \frac{-Et^3}{12\,(1-\nu^2)}(\varkappa_2 + \nu\,\varkappa_1), \\
S &= \frac{Et}{2\,(1+\nu)}\,\omega & M_{12} &= \frac{Et^3}{12\,(1+\nu^2)}\,\tau, \\
Q_1 &= \frac{Et^3}{12\,(1-\nu^2)}\cdot\frac{I}{A}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha} & Q_2 &= \frac{Et^3}{12\,(1-\nu^2)}\cdot\frac{I}{B}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial \beta}
\end{aligned}\right\} \quad 3_{a-h})$$

The general theory of shells will be reduced to,

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{t^2}{12}\nabla^2\nabla^2\nabla^2 w + (1-\nu^2)\frac{k_1+k_2}{2}\nabla_k^2 w = \frac{1-\nu^2}{Et}\nabla^2 Z + \frac{1+\nu}{Et}\frac{k_1+k_2}{2} \\
&\left[\frac{\partial (BX)}{\partial \alpha} + \frac{\partial (AY)}{\partial \beta}\right] \quad \nabla^2\chi = \frac{1+\nu}{Et}\left[\frac{\partial}{\partial \beta}(AX) - \frac{\partial}{\partial \alpha}(BY)\right]\frac{1}{AB}.
\end{aligned}\right| \quad 4_{a-b})$$

3. SCOPE OF THIS WORK

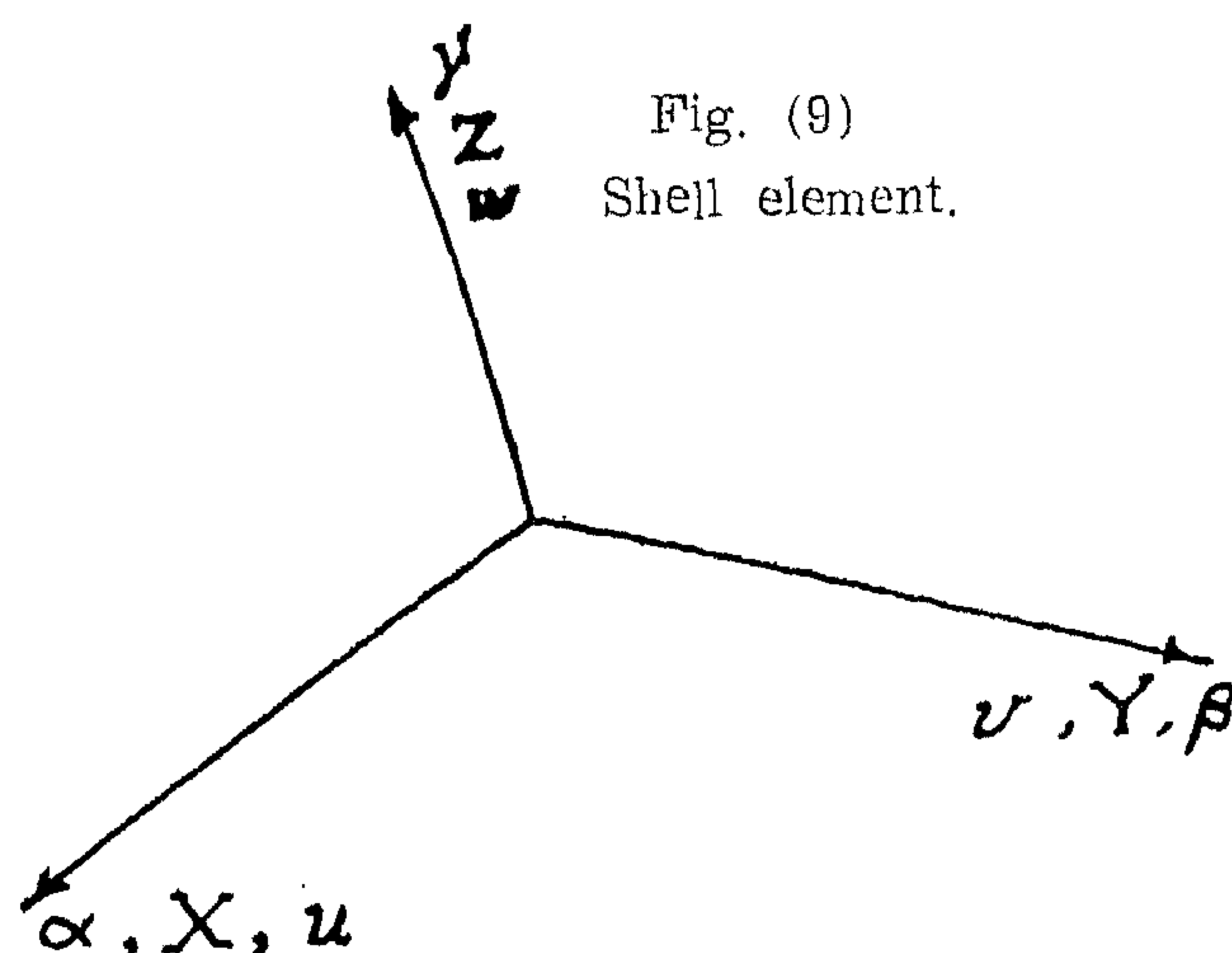
In this work, starting from the general theory of elasticity in general orthogonal coordinates, and considering the usual assumptions of shells, a general theory of shells will be developed where the main variables of the differential equations are deformation quantities. This theory was found to be more suitable here than the usual method starting from the conditions of equilibrium of a shell element for the following reasons:

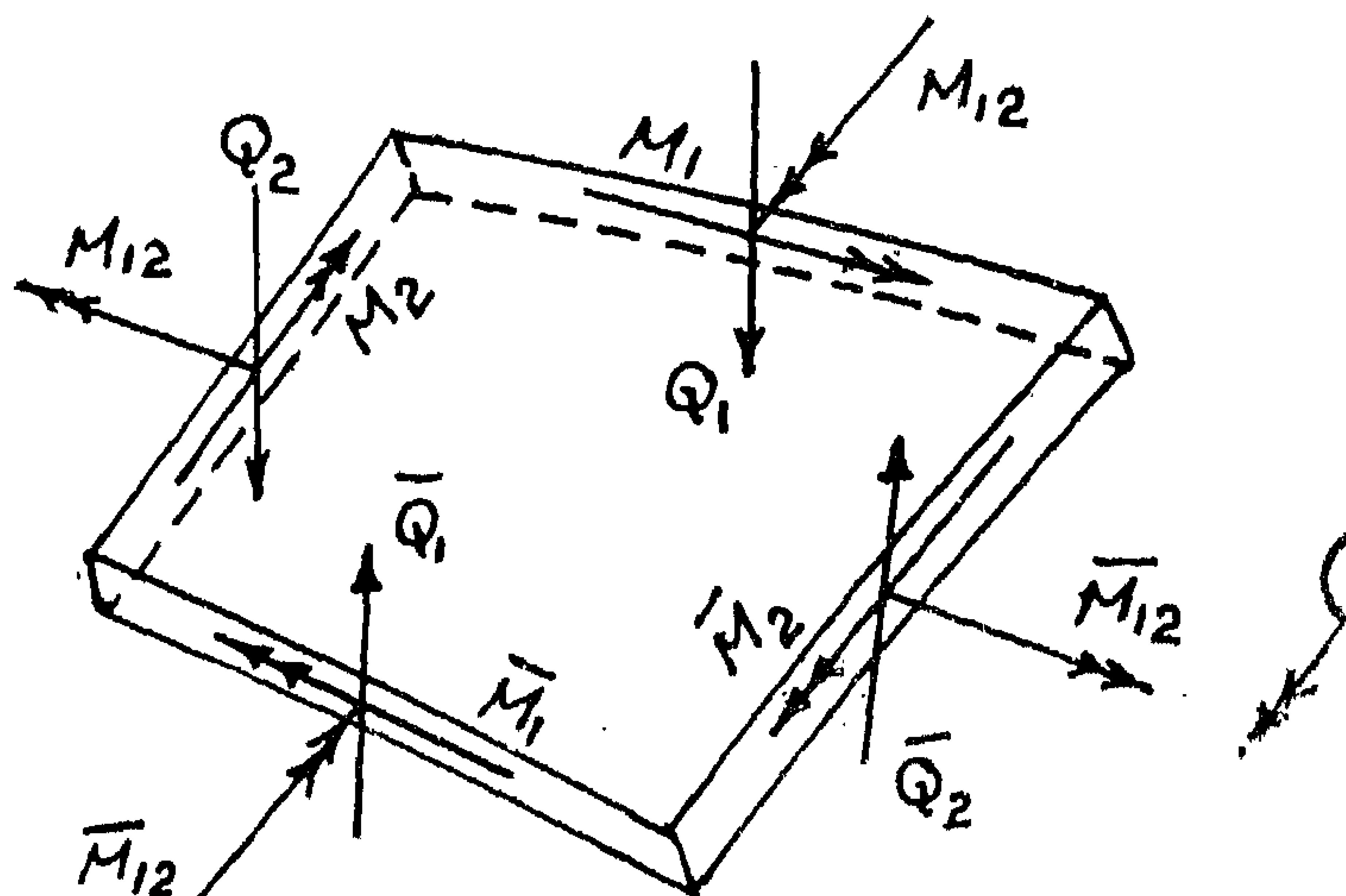
a) by this method two explicit deformation equations are obtained, which can be solved separately and the edge conditions will be easily evaluated.

b) in the other method two implicit equations for the stress function and the deflection of the shell, which are generally difficult to solve, are obtained. Moreover; the evaluation of the edge conditions in stress concentration problems will be rather complicated.

Generally the dimensions of the core are very small in somparison to the whole dimensions of the shell. For this reason the simplification used for flat shells $K = k_1 . k_2 = 0$ will be considered. This assumption is also valid in the case of cylinderical — and conical shells. The special case of the spherical shell will be treated separately, and an example of a spherical shell with a circular core will be calculated. To simplify the calculations only vertical loads shall be considered. The membrane solution can be taken as a particular solution of the differential equations which is generally made in this case. The differential equations of a plate and a slice will be shown to be special cases of the theory of shells, and a comparison between the results of the shell and a similar slice will be given.

Fig. (9)
Shell element.





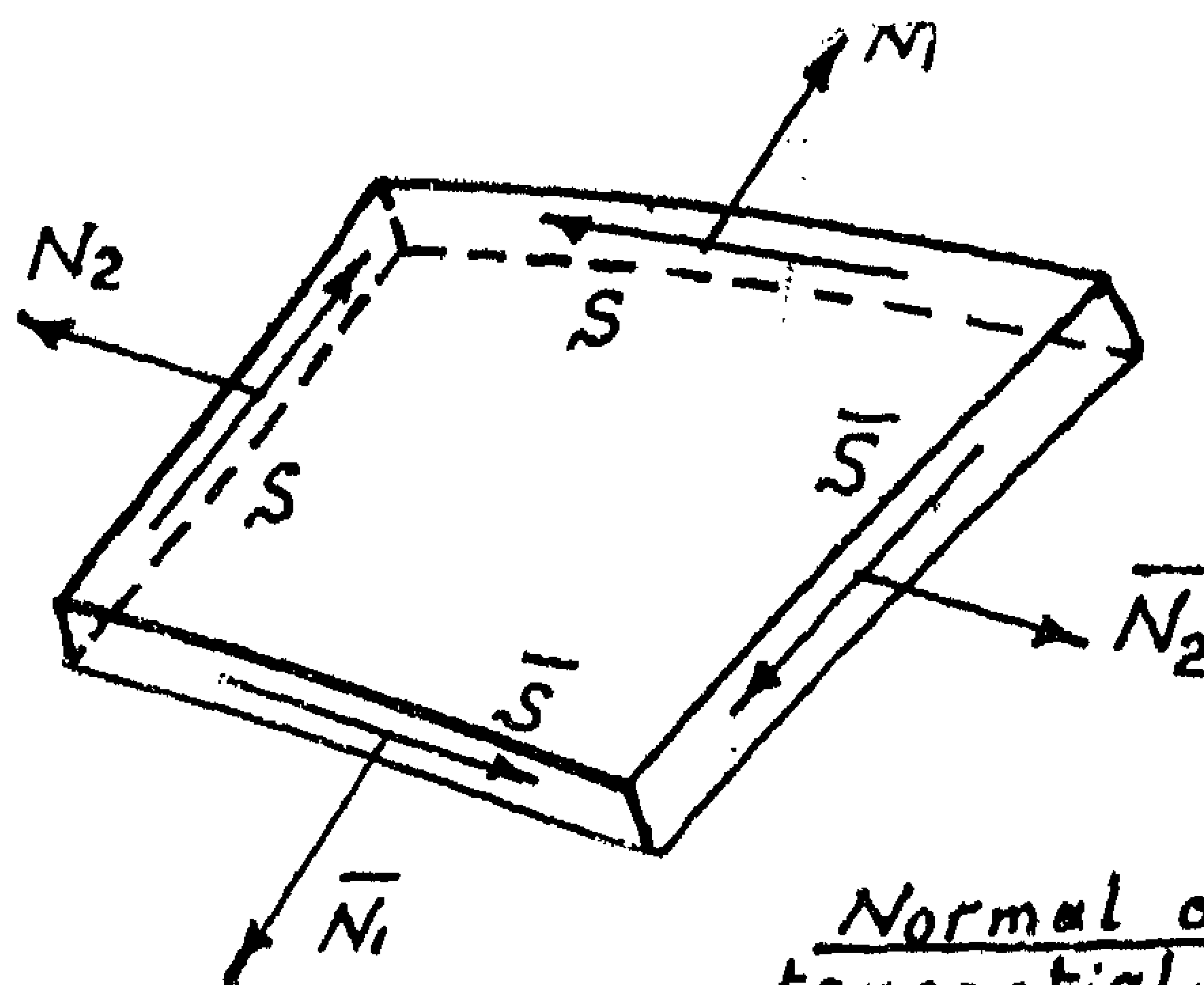
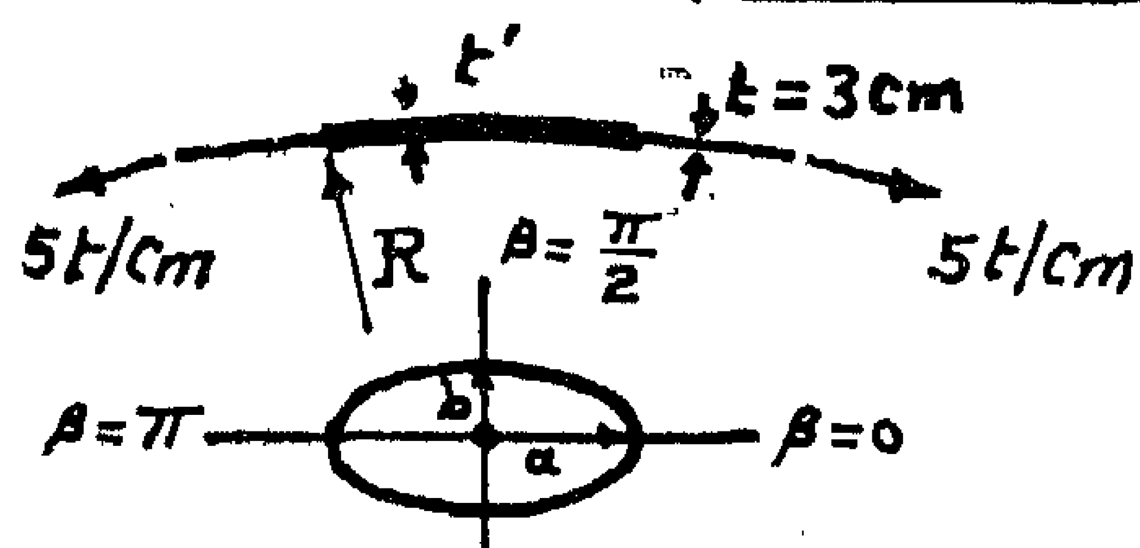


Table 1) Spherical shell with an elliptic core.

(Straining actions along the perimeter of the core)



$a = 4b = 1.00\ m$ $R = 20\ m$

$\nu = 0.30$ $E = 2100\ t/cm^2$

β	0	π/8	π/4	3π/8	π/2
		Rigid core $t' = \infty$			
N_1 t/cm	6.248	5.425	5.223	5.165	5.111
N_2 t/cm	4.674	4.774	4.832	4.920	4.983
S t/cm	0	2.652	1.689	0.768	0
M_1 cmt/cm	-2.151	-0.412	-0.200	-0.043	-0.031
		Elastic core $t' = 2t$			
N_1 t/cm	5.474	5.231	5.128	5.056	5.024
N_2 t/cm	4.752	4.790	4.850	4.930	4.980
S t/cm	0	2.420	1.384	0.462	0
M_1 cmt/cm	-1.251	-0.280	-0.170	-0.040	-0.025
		Elliptic hole $t' = 0$			
N_2 t/cm	43.500	20.705	10.253	6.575	5.353

Table 2) Slice with an elliptic core

(stress concentration along the perimeter of the core)

β	0	π/8	π/4	3π/8	π/2
		Rigid core $t' = \infty$			
$\sigma_\alpha / \sigma_\infty$	2.870	1.610	1.210	1.150	1.100
$\sigma_\beta / \sigma_\infty$	1.080	2.420	2.810	2.860	2.780
$\tau_{\alpha\beta} / \sigma_\infty$	0	-0.852	-0.446	-0.196	0
		Elastic core $t' = 2t$			
$\sigma_\alpha / \sigma_\infty$	1.416	1.178	1.106	1.089	1.015
$\sigma_\beta / \sigma_\infty$	1.094	1.332	1.404	1.406	1.410
$\tau_{\alpha\beta} / \sigma_\infty$	0	-0.146	-0.077	-0.034	0
		Elliptic hole $t' = 0$			
$\sigma_\beta / \sigma_\infty$	8.000	2.510	0.942	0.580	0.500

present the continuity of the deformations and stresses at the line of contact of the two zones. The first trial in this way was made by Kaiser[5] in 1961. He used the solution of Englis for the External zone, and chose another harmonic complex function for the internal zone. The most important results are given in (fig. 7 and fig. 8). This research, however, was limited to the case of a slice and cannot be applied for a plate or a shell.

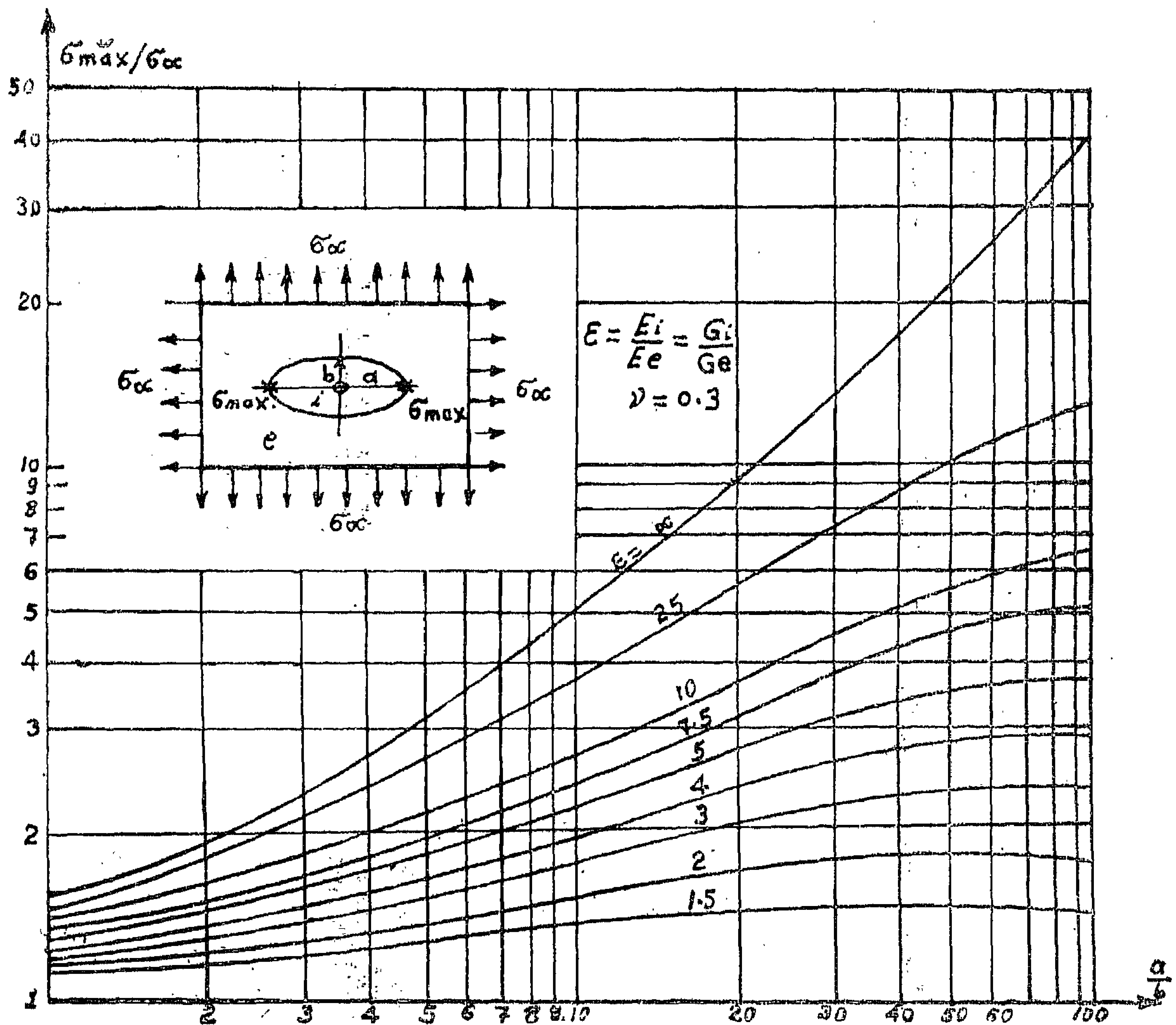


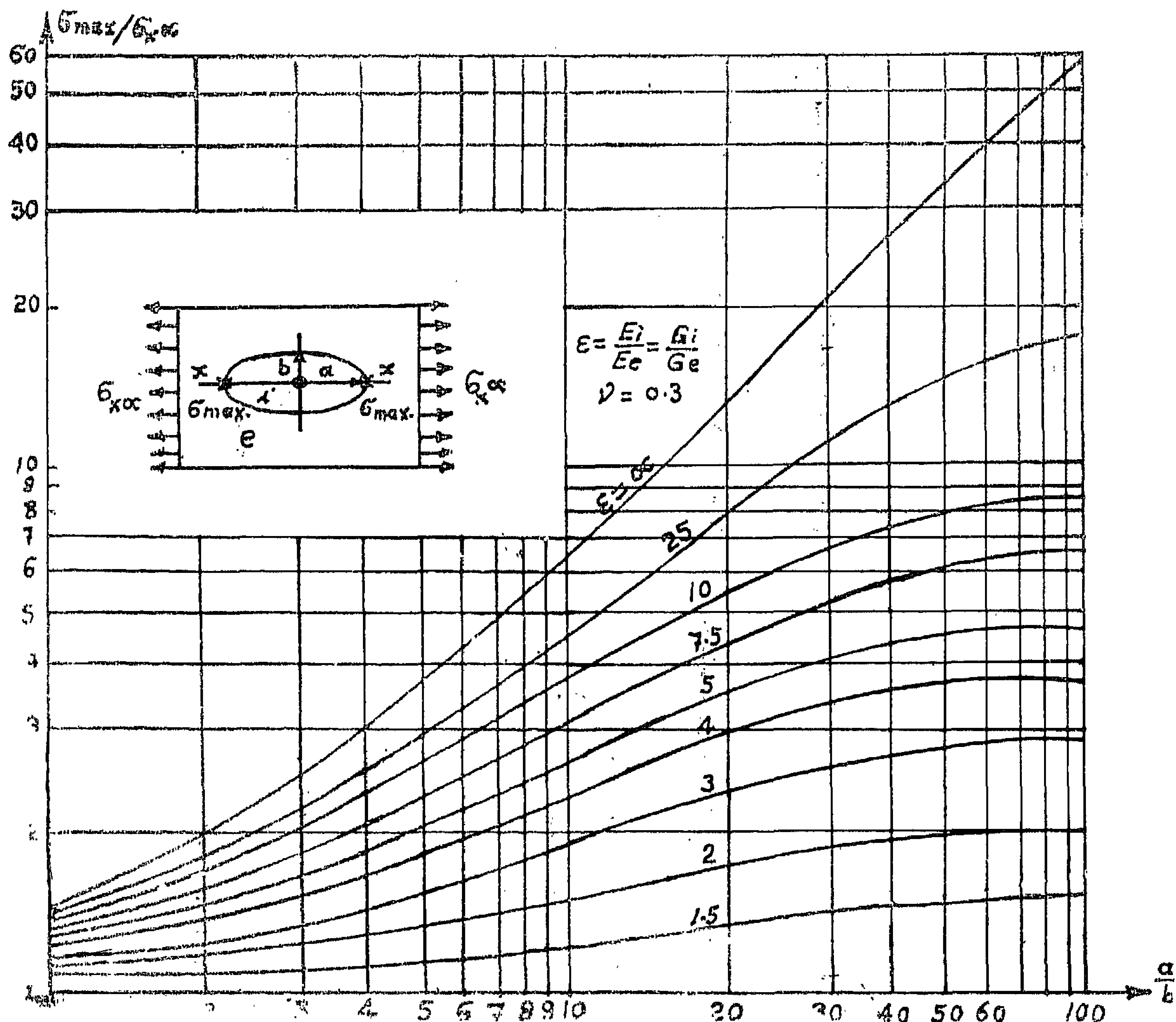
Fig. 8. Stress concentration in a slice with elliptic core subjected to planer stress σ_a.

In 1964, the author[6] solved the problem of stress concentration in a spherical shell with an elliptic core. (Table 1) shows some of the obtained results, while (table 2) gives a comparison between this case and a similar slice. The comparison shows that the stress concentrations are generally bigger in the case of the shell. Moreover, the stresses induced in the shell are partly bending stresses and partly membrane stresses which are of the same order.

These stresses were to be expected, since the shell gets its high strength from its curvature, if the lines of curvature of the shell were cut by a hole, the weakness of the shell will be big and high stresses appear. Moreover; these stresses are mainly bending stresses which increase with the thickness of the shell and have a waving form till it disappears. This research gave the idea that the double curved shell will show the maximum stress concentration if the shell was provided with a hole.

In 1961 Sawin[4] tried to deveolp a general theory for stress concentrations in shells with arbitrary holes. He studied the case of a cylindrical and spherical shell with circular and elliptic holes. However, this work is mostly theoretical and not yet completed.

All the above researches dealt with elements of structures with holes, where the whole surface can be treated as a unit. The edge conditions are given stresses (or zero) at the edges of the holes. In practice other problems appear where the hole may be covered with other material or has other stiffness (stiffener). Such problems build the general case of stress concentrations. The surface will be divided into two zones, internal zone (hole or stiffener) called "core of the surface", and external zone (initial structure). The edge conditions re-



(Fig. 7) Stress concentrations in a slice with an elliptic core, subjected to linear stress σ_x o c.

$\beta > 26$

$\sigma_{max} = \pm \beta \tau_{max}$

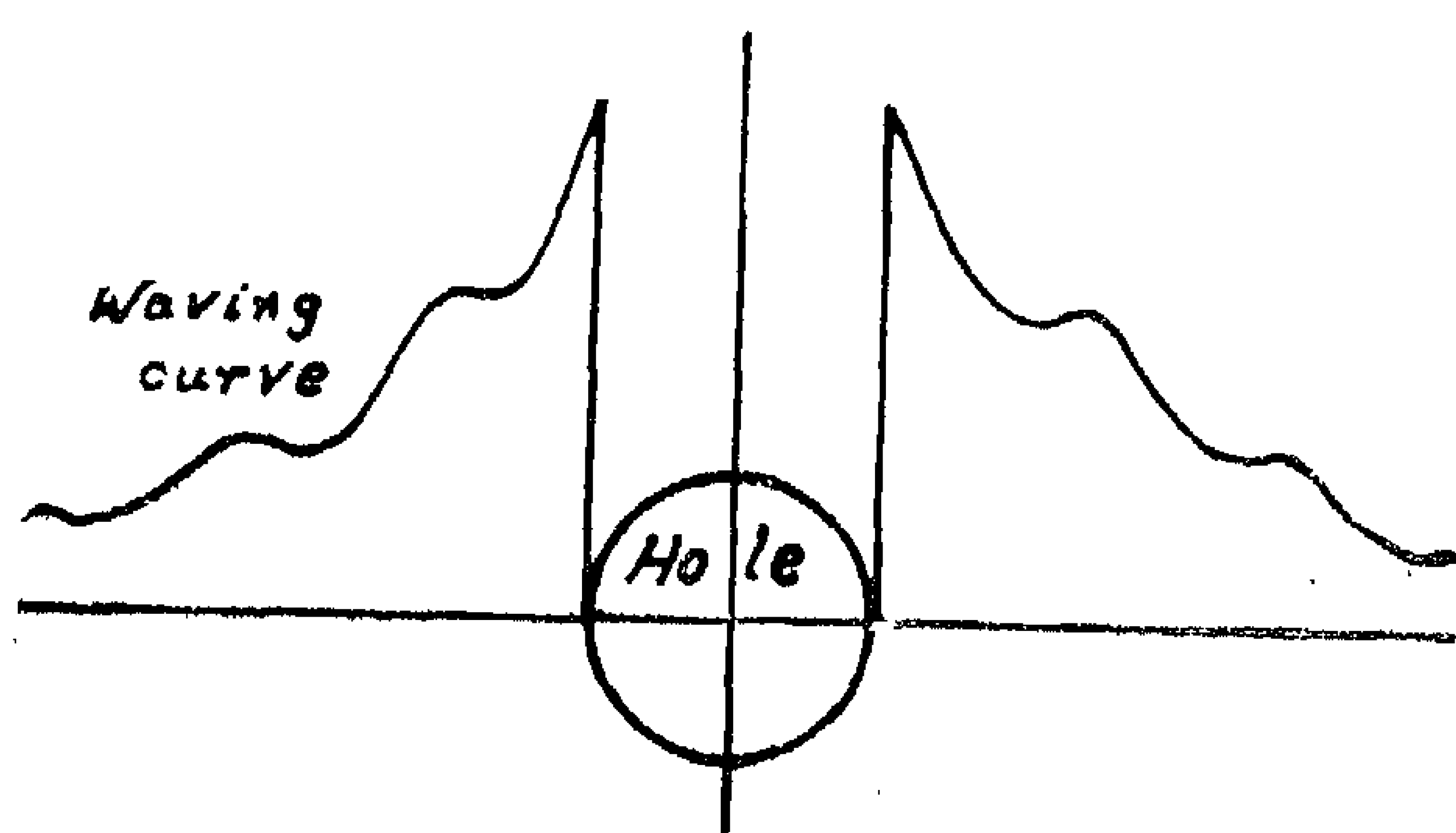
$\beta = 26$, 20, 10, 6, 5.5, 5, 4.7, 4.5

$\nu = 0.3$

r/R: 1.0, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02, 0.01

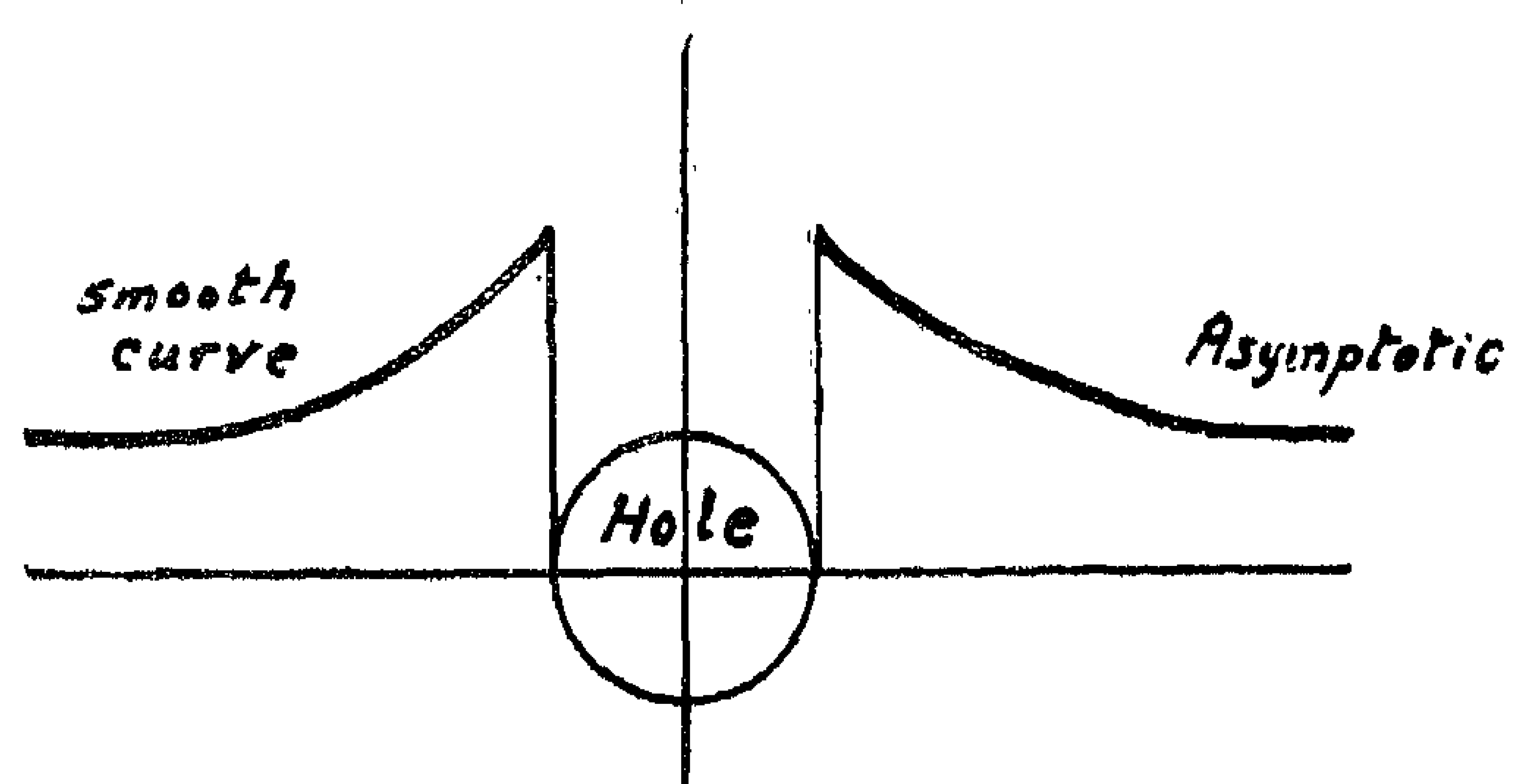
t/r: 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4

Fig. 4) Stress Concentration in Cylinder with a hole under to



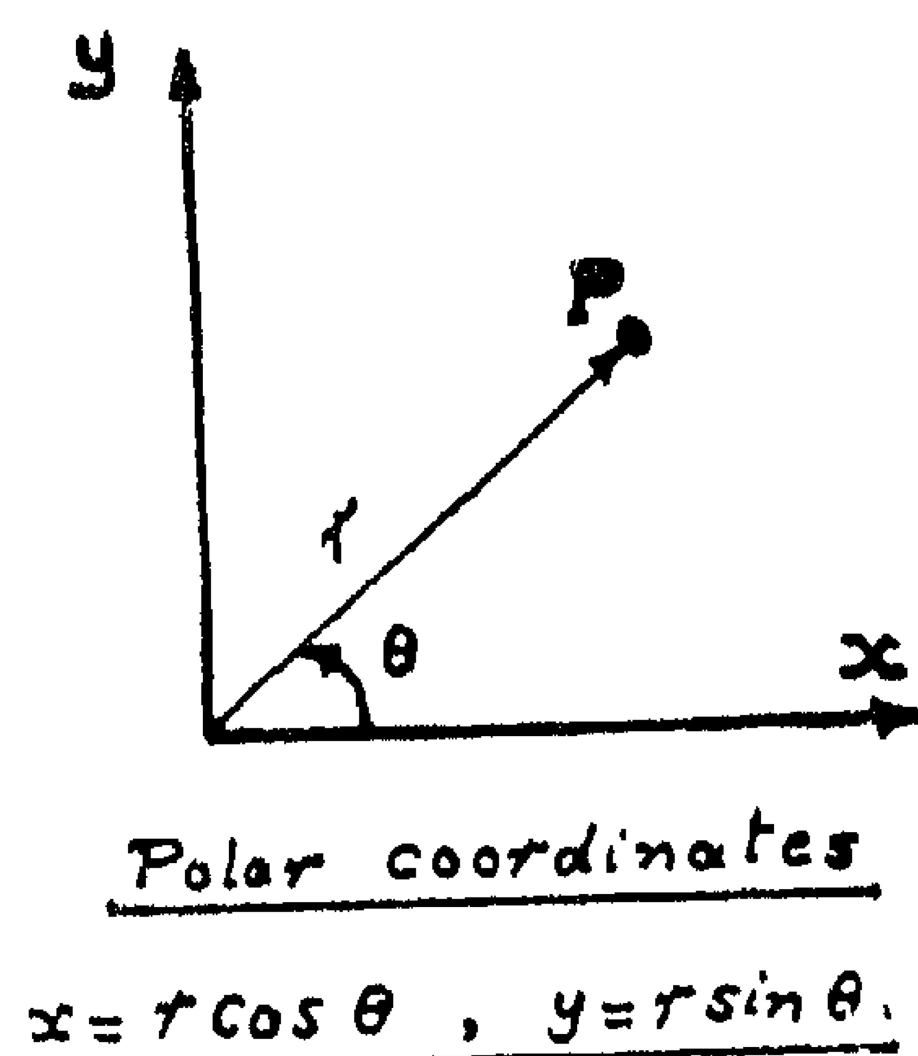
Stress concentration in a shell

Fig. (5)



Stress concentration in a slice

Fig. 6.



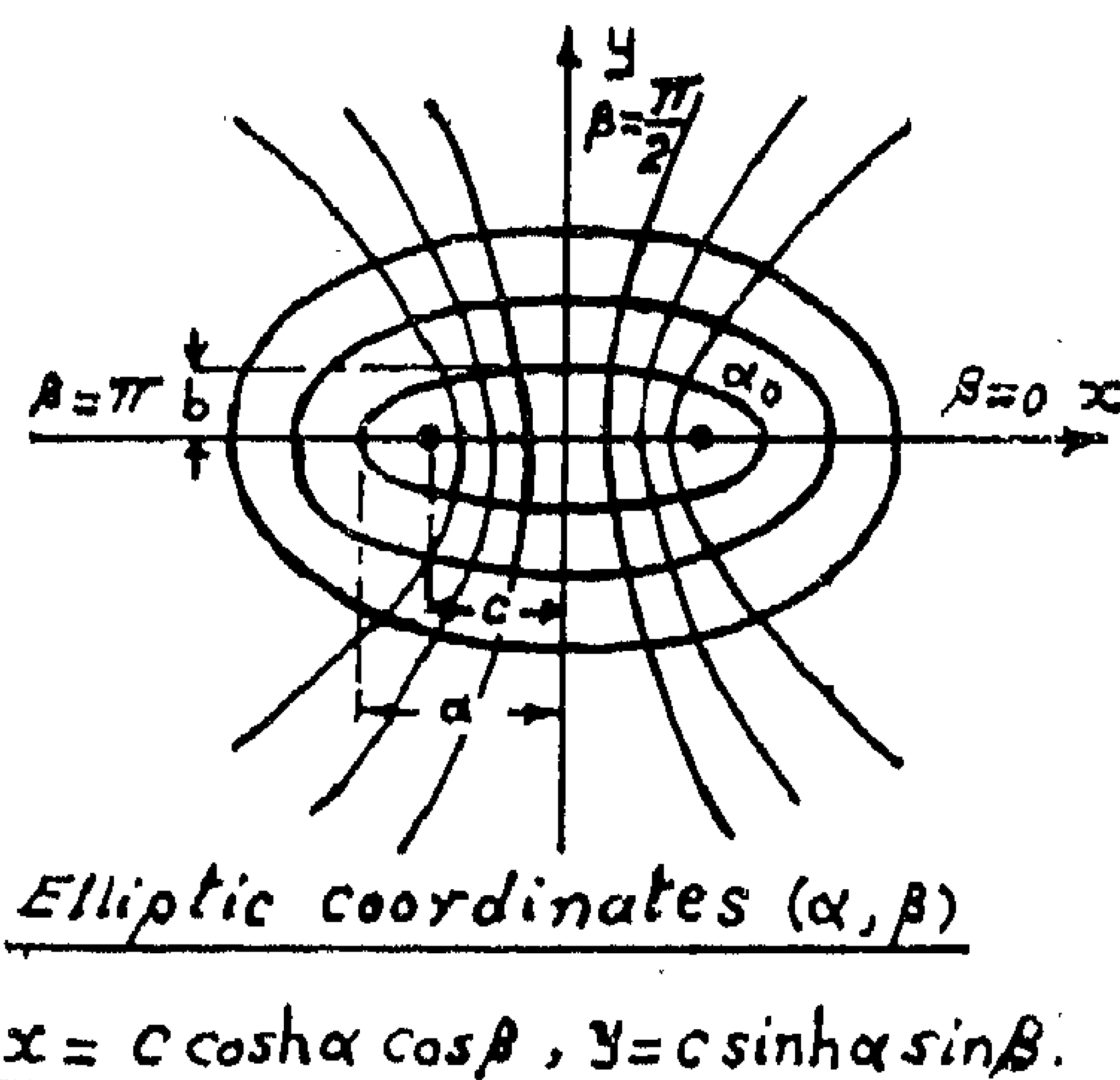
Polar coordinates

$x = r\cos\theta \; , \; y = r\sin\theta$.

Fig. (1)

where (A, B, C, D) are integral constants which can be evaluated from the edge conditions, the results will be easily obtained. Such a solution has no general application and even was not able to give the results for other kinds of holes or cases of loading.

In 1913 the solution of the same problem for a slice with an elliptic hole was given by Englis. He started from the differential equation of the slice (1), in elliptic coordinates (α, β) ; (fig. 2).



Elliptic coordinates (α, β)

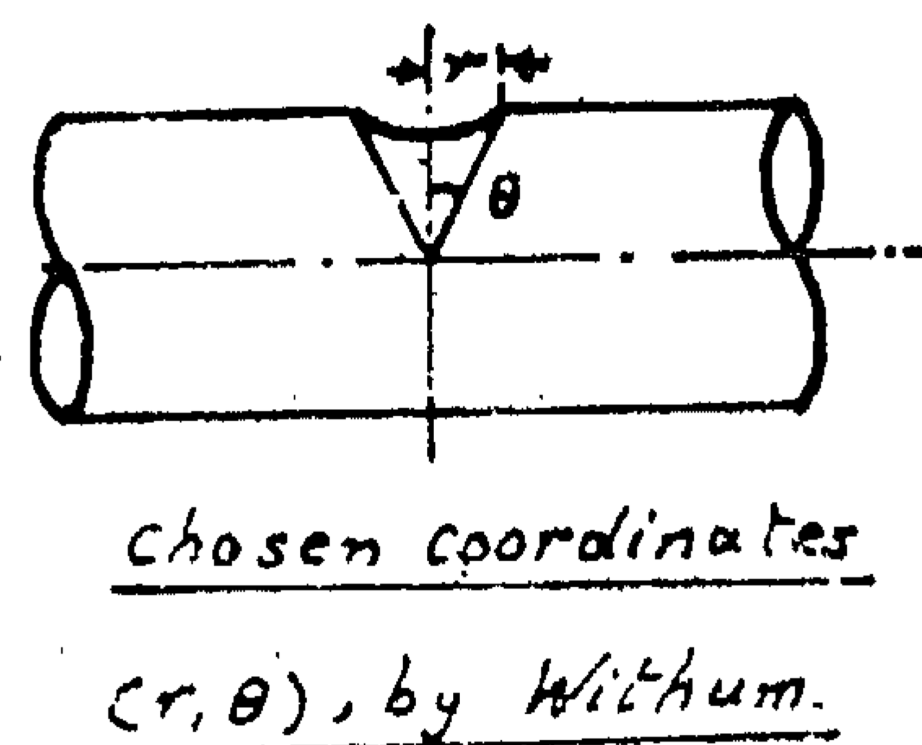
$x = c\cosh\alpha\cos\beta \; , \; y = c\sinh\alpha\sin\beta$.

Fig. (2)

The stresss function was expressed in terms of harmonic and complex functions after Kolossoff[1]. The function of this problem made it possible to study the stress concentration in a slice around a crack by changing the length of the diameters of the elliptic hole.

The largest applicaton of harmonic complex functions in solving stress concentration problems in slices with holes of different shapes (circular, elliptic, rectangular and triangular) was given by Sawin[2].

The wide use of shells showed the need to study the stress concentrations in shells with holes. The first basic work made in this field was the study of stress concentrations in a circular cylindrical shell with a circular hole under pure torsion[3]. He started from the bending theory of cylindrical shells using suitable coordinates (r, Θ) (fig. 3). The method of Kolossow failed here to give a solution for the differential equations which were solved by the numerical analysis.



Chosen coordinates

(r, θ), by Withum.

Fig. (3)

The results of this work are given in fig. 4. The maximum stresses along the perimeter of the hole were found to be bigger than that of a similar plate and varies with the thickness of the shell and diameter of of the hole. These stresses are heavily reduced outside the hole in the form of waves. The reduction of stresses in the cylinder is bigger than that of a similar plate but it needs a bigger area till the effect of the stress concentration disappears, (fig. 5 and fig 6).

STRESS CONCENTRATIONS IN SHELLS

By

Dr. Ing. HASSAN ATIF ABDEL WAHAB
Lecturer at the faculty of engineering, Assuit University

1. INTRODUCTION

The problem of stress concentration in structures stayed for a long time without a general treatment from the engineers. By stress concentration, it is meant the increase of the normal flow of stresses, by holes, stiffners, sudden change of shape or dimensions of the structures as well as direct application of concentrated loads. In 1855 St. Venant[1] put his well known principle about the effect of stress concentrations on structures. According to this principle stress concentrations have only local effects which decrease rapidly as long as we go away from its origin. On this basis some problems which are of wide application were solved, for example stress concentrations in a plate with a circular hole under tension (Prof. G. Kirsch 1898)[1]. The same problem for a plate with an elliptic hole was later solved by G.E. Inglis 1913.[1]

The introduction of the photoelastic methods (Prof. Coker 1920)[1] in the experimental analysis of structures, on the other side, the complicated theoretical treatment of these problems helped a lot to delay the appearance of a general solution for this problem which can cover some important cases, at least, for a specified kind of structure. The engineer usually satisfied himself to overcome the stress concentrations around holes or stiffners constructively according to his engineering sense. Here the experience and the art of construction were the base of the design of many parts of the structure. The limited number of the solved problems in this field and the high coasts of the experimental analysis of stresses made our knowledge rather limited in this field. Accordingly the precautions made to overcome the stress concentrations showed generally a big waste of material. In many other cases these precautions were not sufficient to give a self consistent structure.

In the present time the large appearance of stress concentration problems in many industrial structures as tanks, cars, aeroplanes, rockets... etc., and the strong concurrence in the industrial field beside the high degree of security required in such structures, made it necessary to develop a general theory for stress concentrations in structures, and to make it possible for the engineer to calculate the maximum stressses in such cases in a beam, slice, plate or even shell.

2. REVIEW OF THE MOST IMPORTANT PREVIOUS WORKS

From the beginning of the 20th century, somel separate problems of stress concentrations around holes in slices were solved.

The stress concentration in a slice with a circular hole under tension was first solved by Kirsch 1898. Starting from the differential equation of a slice in polar coordinates (fig. 1).

and choosing a suitable stress function

$$\Phi\ (r, \Theta) = (Ar^2 + Br^4 + \frac{C}{r^2} + D)\ \text{Cos}\ 2\ \Theta,$$

stresses are increased as the combined action of the concrete and steel is improved by the variation of mix proportions. These steel stresses are found to be higher than the yield point in some mixes.

This may be due to the boundary conditions surrounding the bar, as in this case two forces will be actually acting against the forces of pule, namely :

a) The compression of the bar caused by the shrinkage of concrete.

b) The pull acting in the radial direction of the section of the bar and caused by the adhesion of the binding paste serrounding it.

These two forces will oppose the applied force of pull on the reinforcement, and will thus raise the expected yield.

Letter symbols :

d = Diameter of the bar.

J = Ratio of distance between resultants of compressive and tensile stresses to effective depth.

L = Length of embedment in concrete.

M_t = Torque applied.

ΣO = Total circumference of the bars.

P = The tensile force applied to the bar.

I = Average bond stress.

v = Shearing force at the section.

y = Effective depth of the section.

REFERENCES

1. ABRAMS, D.A. Tests of bond between concrete and steel, University of Illinois Engineering Experiment Station. Bulletin, No. 71, (1913).
2. ABRAMS, D.A. Studies of bond between concrete and steel. Proc. A.S.T.M., Vol. 25, 1925.
3. BERNANDER, K.G. Bond stress in Reinforced concrete as a function of area and spacing of ribs an deformed bars. Betong, Vol. 37, No. 1, 1952.
4. BOLOMEY, J. Contribution à l'étude au béton précontraint. Bulletin technique de la Suisse Romande, numeros des 17 Avril, 1er Mai et 12 Juin (1943).
5. GLANVILLE, W.H. Studies in R.C. Building Research Technical Paper, No. 10 (1930).
6. KUUSKOSKS. Uber die Haftung Zwischen Beton und Stahl. Julkaisu 19 Publikation. The State Institute for Technical Research, Helsinki, Finland.
7. JONSSON, P. Investigation of Bond bbtween Reinforcement and Concrete. Stockholm, 1957.
8. LEONHARDT, F. On the neea to consider the inffuence of lateral stresses on bond. Symposium on Bond and Crack Formation in reinforced concrete. Vol. 1, Stockholm, 1957.
9. WERNISH, G.R. Bond studies of different types of reinforcing bars. Journal of the American Concrete Institute, Vol. 9, No. 2, 1937.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The tests carried out in this research-work have proved that the bond between the concrete and the reinforcing steel depends, to a marked degree, on the type of concrete used or the proportions of the mix.

The following conclusions may be arrived at :

1. Bond strength is greatly influenced by the consistency of the mix. Results showed that the mix of plastic consistency offered the greatest bond strength because of the homogenity and uniformity of the paste in contact with the bar. It is therefore recommended that the mix should be of a good consistency (plastic) to ensure complete surrounding of the bar with paste even if its strength is comparatively low.

2. Bond strength is greatly reduced by increasing the water-cement ratio.

3. At a given value of pull, the amount of slip is increased with the increase of the water-cement ratio.

4. Bond strength is increased as the cement increases on the condition that the mix is not of a dry consistency. This is due to the increase in the normal pressure on the bar caused by the shrinkage.

5. For a given cement content and consistency the bond strength depends on the proportion of fine to coarse aggregate.

6. With a higher cement content the bond between concrete and steel was improved with the grading containing more sand. This is due to the greater percentage of mortar surrounding the reinforcing bar.

7. There is no consistent relationship between bound and compressive strength of concrete. It is therefore recommended that the corking stress in bond should not be taken as a fixed percentage of the compressive strength of the concrete. It thus seems preferable to base the working bond stresses on the results of a bond tests.

8. The higher the compressive strength of concrete the lower is the ratio of bond strength to compressive strength.

9. For a given cement content and consistency, the ratio of bond to compressive strength is greater with the grading containing more sand. This is due to the increase in the frictional resistance to sliding.

10. Higher bond stresses were obtained from pull out tests than from beam tests. because it is probable that in the pull out test the bar is gripped more tightly than in the beam test.

11. The bond strength, at both initial slip maximum decreases by the increase in the length of embeddment.

12. The average overall bond stress depends upon the length of embeddment, which must be considered when comparing experimental results.

13 For a given diameter of reinforcement, the shorter the length of embeddment the greater is the difference between the bond strength at initial slip and at maximum.

14. The bond strength decreases as the diameter of the reinforcement increases.

15. For a given bond stress reinforcing bars of larger sizes exihibited greater slip than the smaller sizes.

16. The larger the size of the reinforcing bar, the wider are the cracks observed.

It is of interest to point out that the steel stresses corresponding to maximum bond

It is observed from the curves in Fig. 21, referring to embedment length of 10 cm., that the increase in bond strength is irregular and is not always proportionatel to the increase in the diameter of enclosing concrete block. On the other hand an increase in bond strength corresponding to an increase in the diameter of the concrete block is noticed when the length of embedments are increased to 20 and 30 cm. This increase of bond strength with the diameter of enclosing concrete block may be due to the greater shrinkage obtained, is the case of large exclosing concrete cylinder, which produces compressive stresses in the reinforcement.

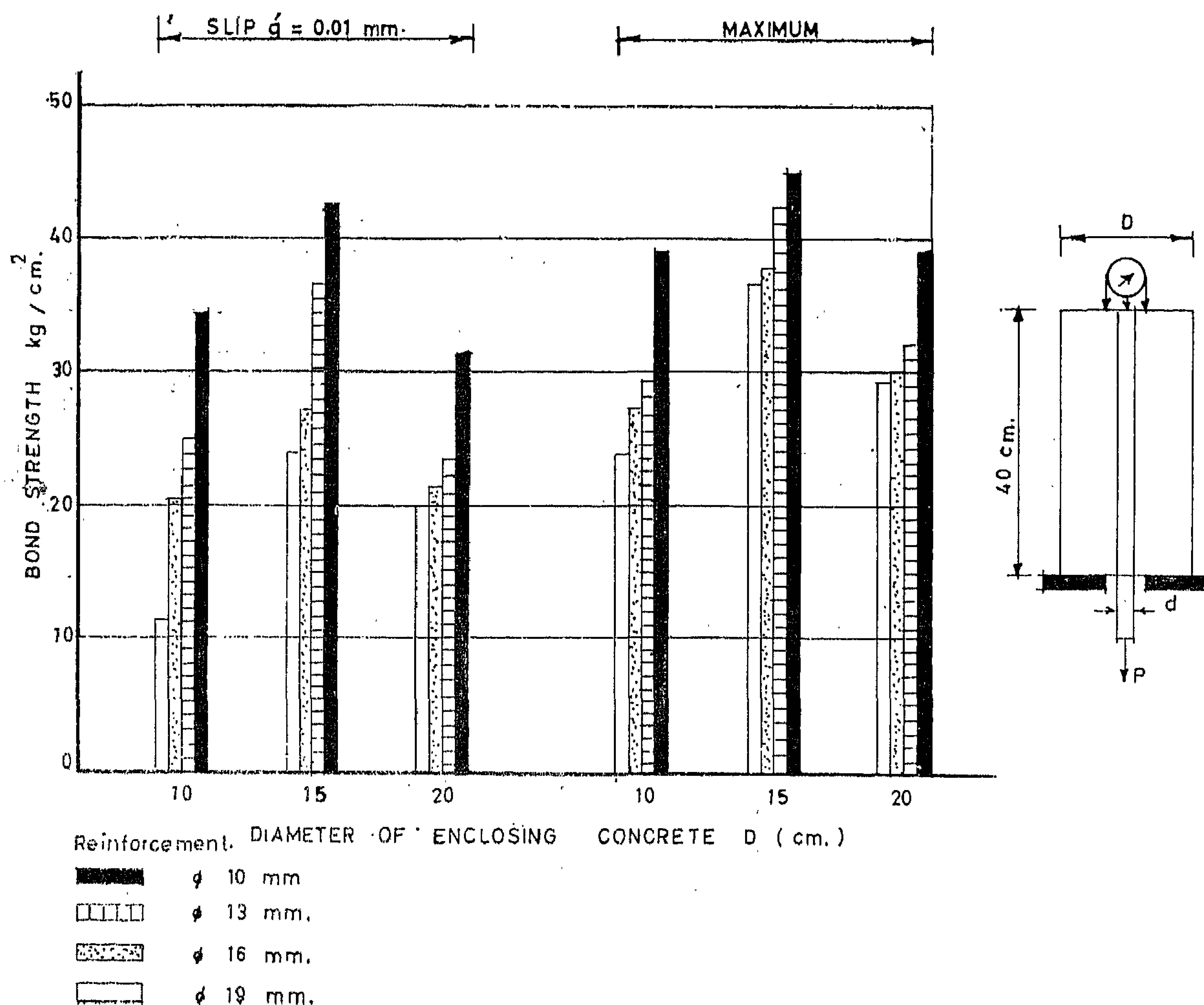
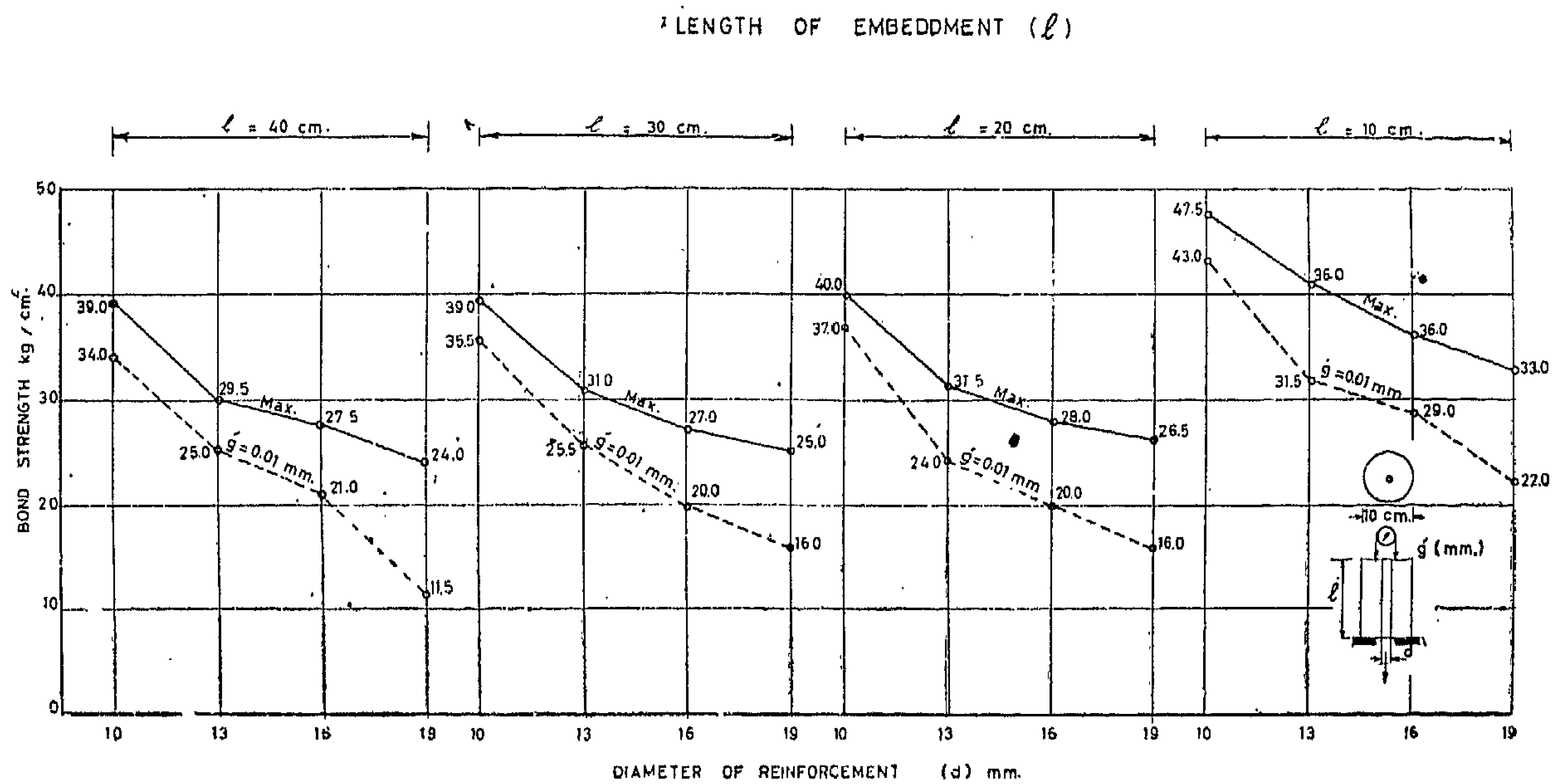
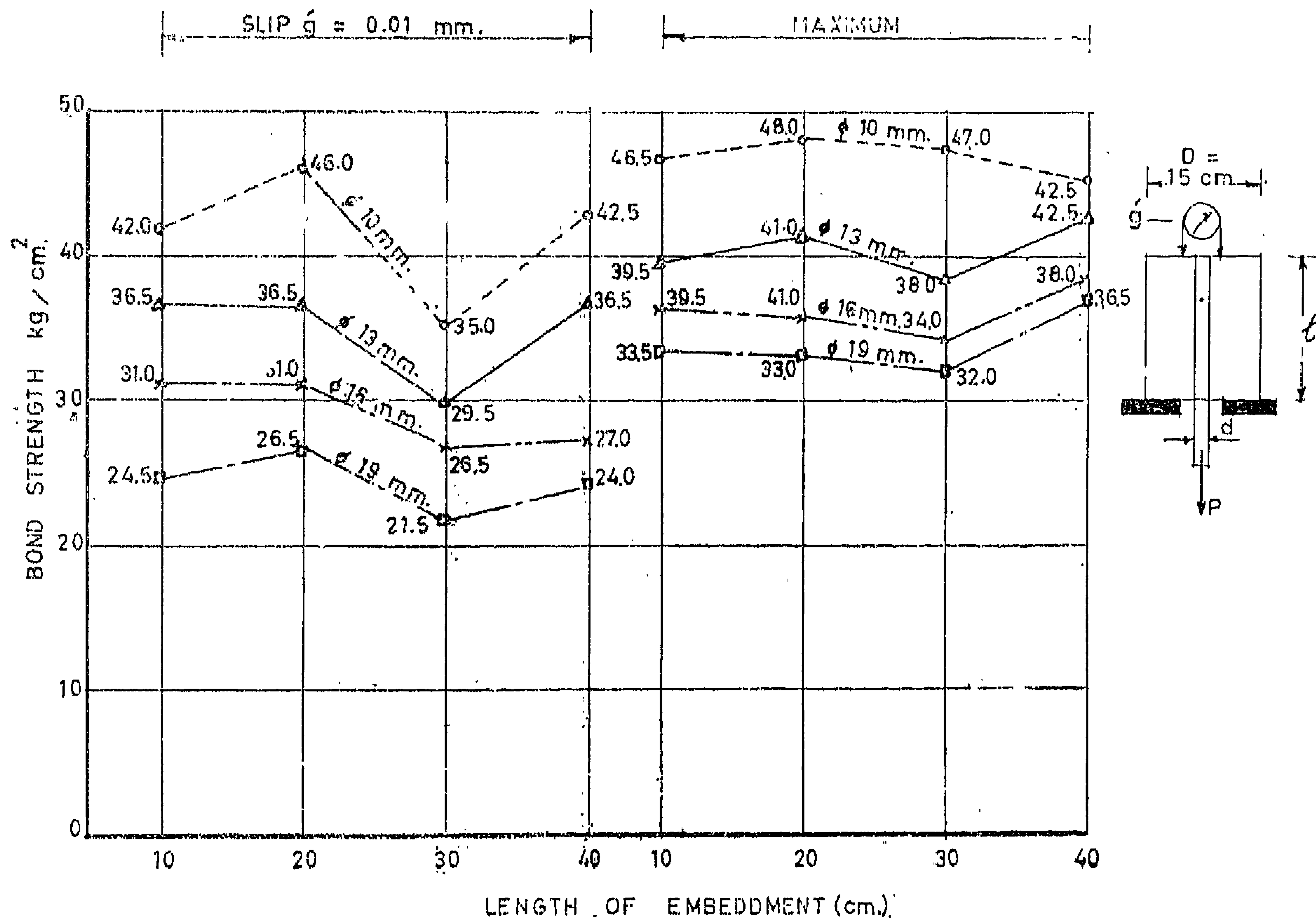


Fig. 21.



LENGTH OF EMBEDDMENT (ℓ)
ℓ = 40 cm.
ℓ = 30 cm.
ℓ = 20 cm.
ℓ = 10 cm.
BOND STRENGTH kg / cm²
Max.
g = 0.01 mm.
10 cm.
g (mm.)
DIAMETER OF REINFORCEMENT (d) mm.

Fig. 19.



SLIP g = 0.01 mm.
MAXIMUM
BOND STRENGTH kg / cm²
ϕ 10 mm.
ϕ 13 mm.
ϕ 16 mm.
ϕ 19 mm.
D = 15 cm.
P
LENGTH OF EMBEDDMENT (cm.)

Fig. 20

2. Curves indicate that when the mix was dry the bond strength was of very low value compared to the modulus of rupture and it appears that the consistency may influence, to a marked degree, the relation between bond strength and the flexure strength of concrete.

3. Generally for the plastic mixes, regardless of cement content or grading, the higher the modulus of rupture the the greater is the bond strength.

The explanation of the increase of bond strength with flexural strength may be due to the fact that as the tensile strength becomes higher the crack formation will be retarded, and hence no break in the bond continuity between the steel and concrete can be produced except later when cracks start to develop.

2.6. Effect of Diameter of Reinforcement on the Bond Strength

For different lengths of embedment and sizes of concrete specimens, the diameter of reinforcing bar was plotted against the bond strength. The curves obtained are shown in (Fig. 19).

It will be observed that :

1. The bond strength, at both first slip at the free end of the bar and maximum slip of the tested specimens, decreases by the diameter.

2. The difference in bond strength between initial and maximum values is little for smaller diameters, while for the bigger diameter there is a large difference between initial and maximum values.

3. It is also noted that for a given length of embeddment the slip, produced at a given value of pull, increases as the diameter increases. This is due to the low bonding efficiency of reinforcement of bigger diameters.

4. Wider cracks are observed on the surface of the test specimens containing the reinforcing bars of large diameters than with small diameters. This is also another indication of the low strength of large diameters.

2.7. Effect of Length of Embeddment :

Curves in (Fig. 20), give the results of tests made with a view to determining the effect of the length of embeddment on the bond strength.

For each enclosing concrete block and different diameters of reinforcement curves between the average bond strength against the length of embeddment were plotted. The following observations will be given :

1. The average overall bond stress is dependent on the length of embeddment, which must always be taken into consideration when comparing experimental results.

2. The bond strength, at both initial slip and maximum, decreases by the increase in the length of embeddment.

3. For the same value of steel stress developed in the reinforcing bar the slip increases as the length of embeddment is increased.

4. It is also remarked that the shorter the embeddment length the greater is the difference between initial bond strength and maximum value for a given diameter of reinforcement.

2.8. Effect of the diameter of the enclosing concrete black :

For different sizes of reinforcing bars and lengths of embeddment, the diameter of enclosing concrete cylinder was plotted against the bond strength. The curves obtained are shown in (Fig. 21).

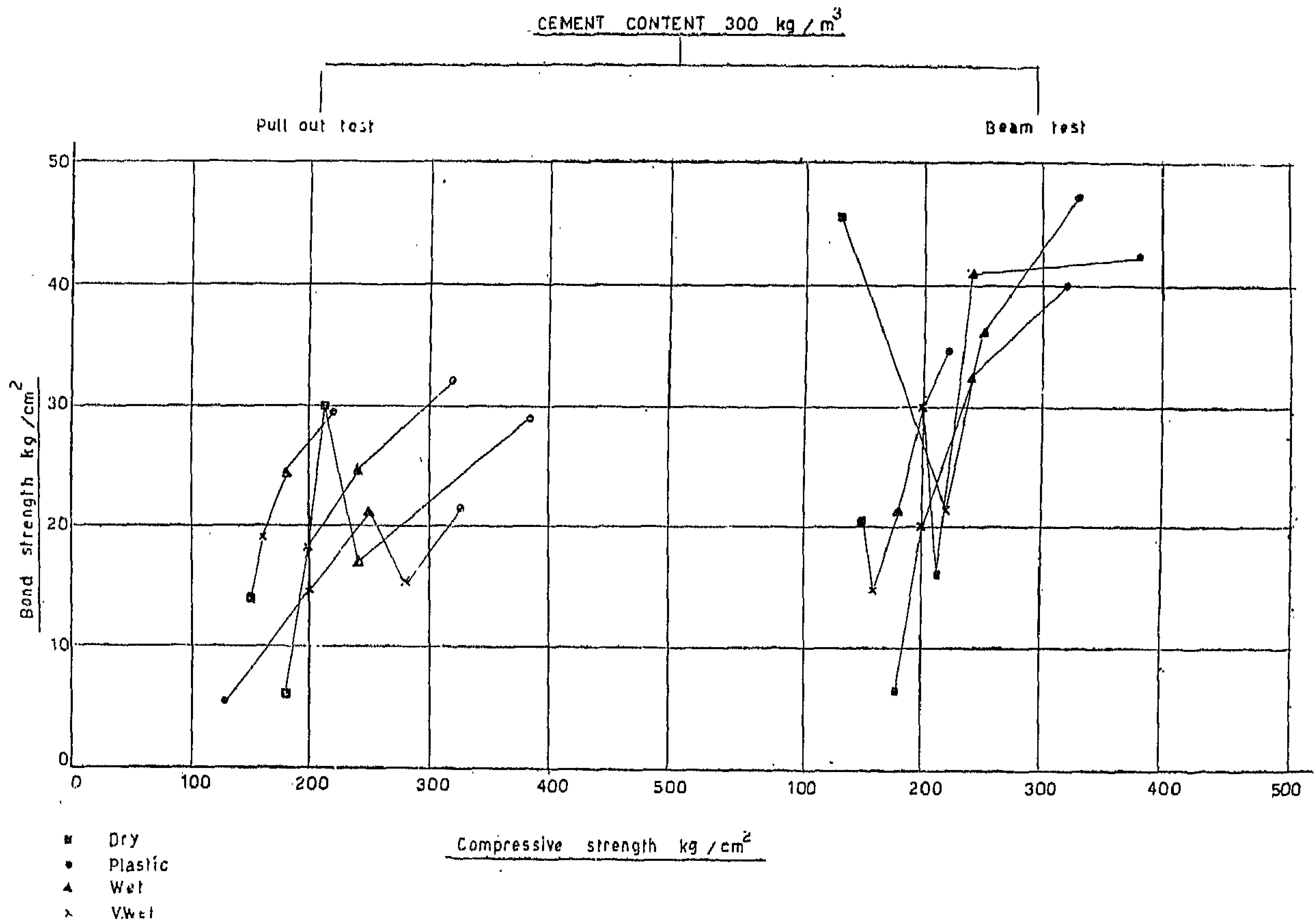

CEMENT CONTENT 300 kg / m3
Pull out test
Beam test
Bond strength kg / cm2
50
40
30
20
10
0
0 100 200 300 400 500 100 200 300 400 500
Compressive strength kg / cm2
Dry
Plastic
Wet
V.Wet

Fig. 17.

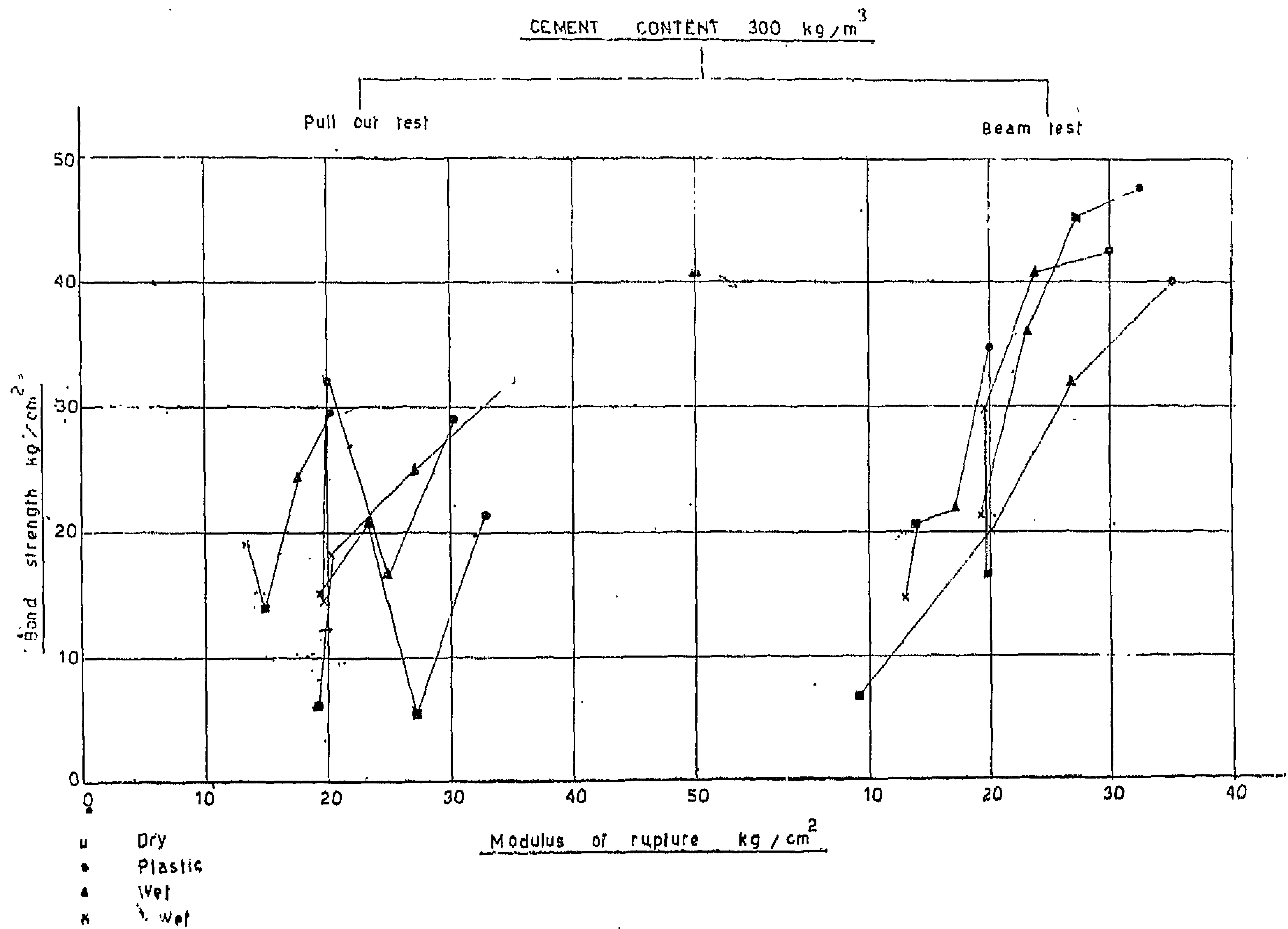

CEMENT CONTENT 300 kg / m3
Pull out test
Beam test
Bond strength kg / cm2
50
40
30
20
10
0
0 10 20 30 40 50 10 20 30 40
Modulus of rupture kg / cm2
Dry
Plastic
Wet

Fig. 18.

2. The maximum bond strengths occur at W/C ratios given in the following table :

And that the bond strength decreases and fails off as the W/C ratios are increased beyond these figures.

3. It is noted that for the same cement content and nearly the same consistency, value of the W/C that gives the maximum bond strength increases with the increase of the amount of fine aggregate in the mix. For example, with cement content =400 kgs./m.^{3}, maximum bond strength occurs at W/C ratios: 0.375, 0.40, 0.413 for grading B (35% sand), C (35% sand) and D (55%sand). This is due to the fact that as the fine content increases there should be a corresponding increase in the proportion of water to obtain the same workability.

4. It is also observed that the maximum bond strength occur at W/C ratios which correspond to plastic mixes. This seems reasonable because in this plastic state the particles of cement are uniformly dispersed over the whole embedded length, so that there is a maximum area of contact between the reinforcing bar and the surrounding concrete, thus resulting in a higher bond strength.

5. It is remarked that in dry mixes there is very little difference between initial bond strength and maximum value for a given cement.

2.4 Effect of Compressive Strength of Concrete on the Bond Strength :

In figure (17) the bond strength of the tested concrete was plotted against the corresponding compressive strength. Curves shown in figure (17) refer to the results of pull out and beam tests for a cement content of 300 kgs./m.^{3}.

It is observed that :

1. The relationship between bond strength and concrete compressive strength is not consistent.
2. For concrete of varying strength from 100 to 300 kg./cm.^{2}, the bond strength increases with the increase of the compressive strength.
3. At higher strengths, above 300 kg./m^2, the increase of bond strength with the increase in the compressive strength is practically nill.
4. Expressing the maximum bond strength as a percentage of the compressive strength, it is found that this percentage is very low when the consistency is dry. This is due to the fact that in the dry mix the reinforcing bar is more loosely gripped than in the case of plastic mixes.
5. The higher the compressive strength the lower the percentage of bond strength to compressive strength is.
6. For a given cement and consistency, the ratio of bond to compressive strength is greater with the grading containing more sand. For example, with a plastic concrete using 350 kgs. of cement/m.^{3}, the ratio of bond to compressive strength was 18 with grading D (containing 55% sand), while this ratio was 12.6 with grading C (containing 35% sand) and only 11.3 with grading B (containing 30% sand).

2.5 Effect of flexural strength of concrete on the Bond Strength :

Curves in (figure 18) were plotted to represent the relation between the modulus of rupture and the bond strength obtained using pull out, beam and embedded bar tests respectively.

It will be noticed that.:

1. An increase in the modulus of rupture of concrete corresponds to an increase and improvement of the bond between steel and concrete, except for dry mixes where there is no deffinite relation.

that the difference between the initial and maximum values of bond strength increases as the cement content increases. This may be due to the fact that the volume change c. rich mixes is greater than for lean mixes, thus the bar will be subjected to an increasing pressure in the opposite direction of pull than in the case of lean mixes.

In the case of wet mixes, the curves plotted show that the bond strength is increased as the cement content increases. This may be due to the fact that in wet mixes the bond strength is mainly due to the adhesion and the part taken by friction is very small and thus increasing cement will increase the adhesion giving higher bond strength.

2.3. The Effect of W/C Ratio on The Bond Strength :

Curves between the strength at initial and final slip against W/C ratios for different cement contents and the given gradings were plotted as shown in (figs. 15 and 16). Curves shown in (fig. 15) refer to the results of the pull out tests while those in (fig. 16) represent the beam test results.

It will be observed that :

1. The bond strength, at both initial final slip of the tested concrete mixes decreases by the increase of W/C ratio as normally expected except for certain dry mixes which give other contradicting result due to difficulty in applying complete hand compaction.

Grading	Values of W/C ratios corresponding to cement content kgs./m.³			
	300	350	400	500
A	0.45	0.386	0.375	0.35
B	0.60	0.515	0.375	0.35
C	0.50	0.45	0.40	0.34
D	0.50	0.472	0.413	0.35

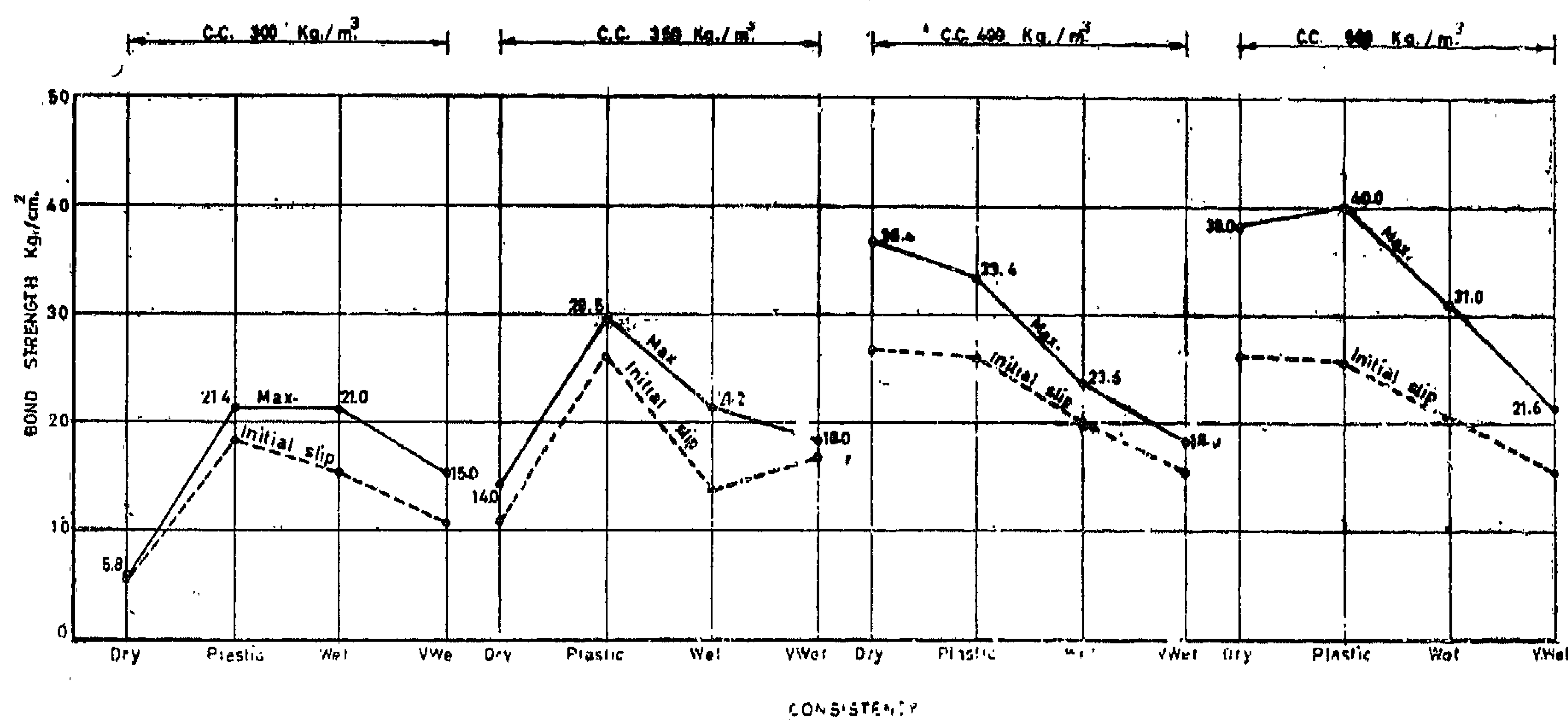


Fig. 16.

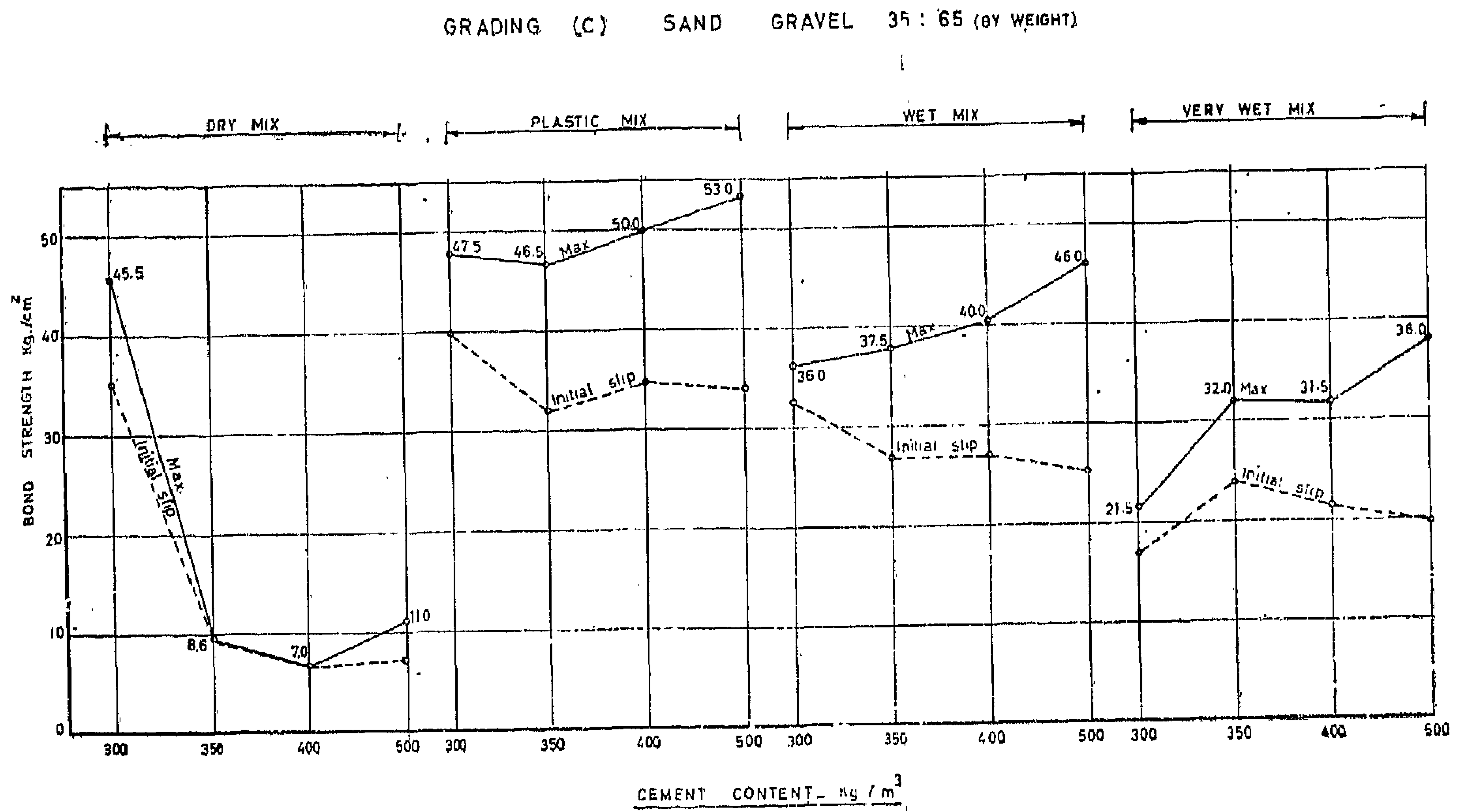

GRADING (C) SAND GRAVEL 35 : 65 (BY WEIGHT)
DRY MIX
PLASTIC MIX
WET MIX
VERY WET MIX
BOND STRENGTH Kg./cm²
Max
Initial slip
CEMENT CONTENT_ Kg / m³

Fig. 13.

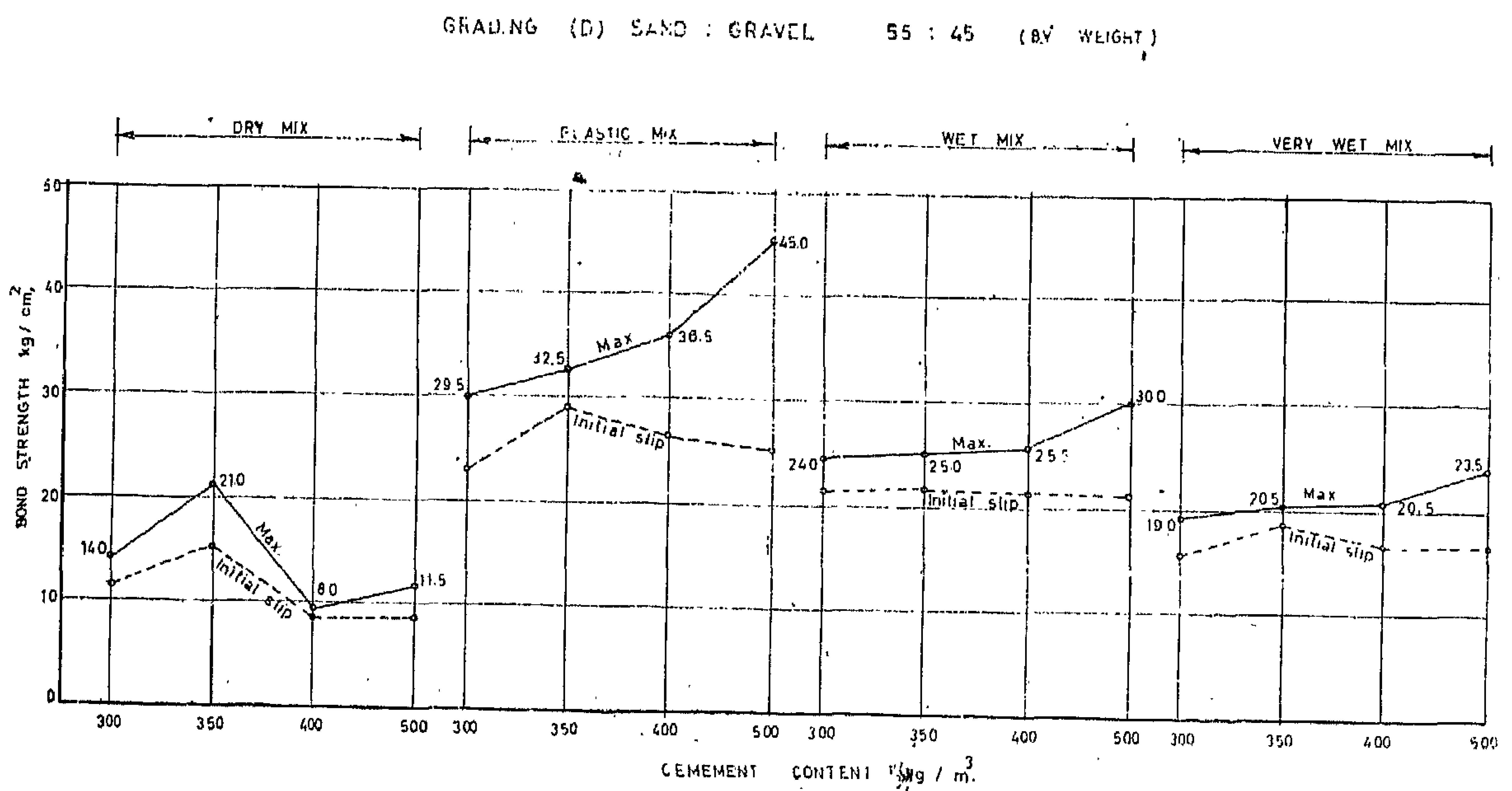

GRADING (D) SAND : GRAVEL 55 : 45 (BY WEIGHT)
DRY MIX
PLASTIC MIX
WET MIX
VERY WET MIX
BOND STRENGTH kg/cm²
Max
Initial slip
CEMEMENT CONTENT Kg / m³

Fig. 14.

Cement content kgs/m³	Consistency	Max. Bond Strength kgs./cm² for			Corresponding grading for		
		Pull - out test	Beam test	Embedded test	pull-out test	Beam test	Embedded test
300	Dry	45.50	32.00	43.80	C	B	C
	Plastic	47.50	32.00	50.00	C	A	C
	Wet	41.00	25.00	39.50	B	A	D
	Very Wet	29.50	19.00	38.00	B	D	D
350	Dry	33.50	33.50	45.30	D	B	B
	Plastic	46.50	38.50	44.80	C	A	B
	Wet	40.00	26.00	39.50	B	A	D
	Very Wet	33.50	22.50	39.40	B	A	C
400	Dry	45.00	36.40	45.50	B	C	D
	Plastic	50.00	36.50	46.80	C	D	C
	Wet	40.00	27.40	42.60	B, C & D	B	C
	Very Wet	32.00	20.50	40.00	B	D	C
500	Dry	48.00	38.00	45.30	B	C	D
	Plastic	53.00	45.00	48.40	C	D	C
	Wet	48.00	31.00	43.8	D	C	C
	Very Wet	37.00	27.30	39.40	B	B	C

2.2 The Effect of Cement Content on the Bond Strength :

For different gradings and consistencies, the cement content was plotted against the bond strength. The curves obtained are shown in (figs 13 and 14).

It is observed from the curves in (fig. 13 and 14) referring to dry consistency, that the increase in bond strength is irregular and is not always proportionate to the increase in cement content. This is probably due to the dryness of the mix and the corresponding lack of workability and difficulty of compaction which in turn will increase the voids ratio and thus no proper adhesion between concrete and steel will be adequately distributed over the whole length of embedment. On the other hand an increase in bond strength corresponding to an increase in cement is noted in the case of plastic mixes (fig. 13). The increase of bond strength with cement content may be explained as follows:

1. An increase in cement content allows the aggregate particles to be more thoroughly enveloped with cement. These particles when fully enveloped with cement will increase the surface of contact surrounding the reinforcing bar and hence the part of the bond due to the actual adhesion between steel and concrete is increased.

2. Also, the increase in the cement content results in the shrinkage of the concrete while settings and hardening. This shrinkage produces normal pressure on the bar, thereby increasing the frictional resistance to sliding.

From the results obtained we also observe

CEMENT CONTENT 400 kg / m³.

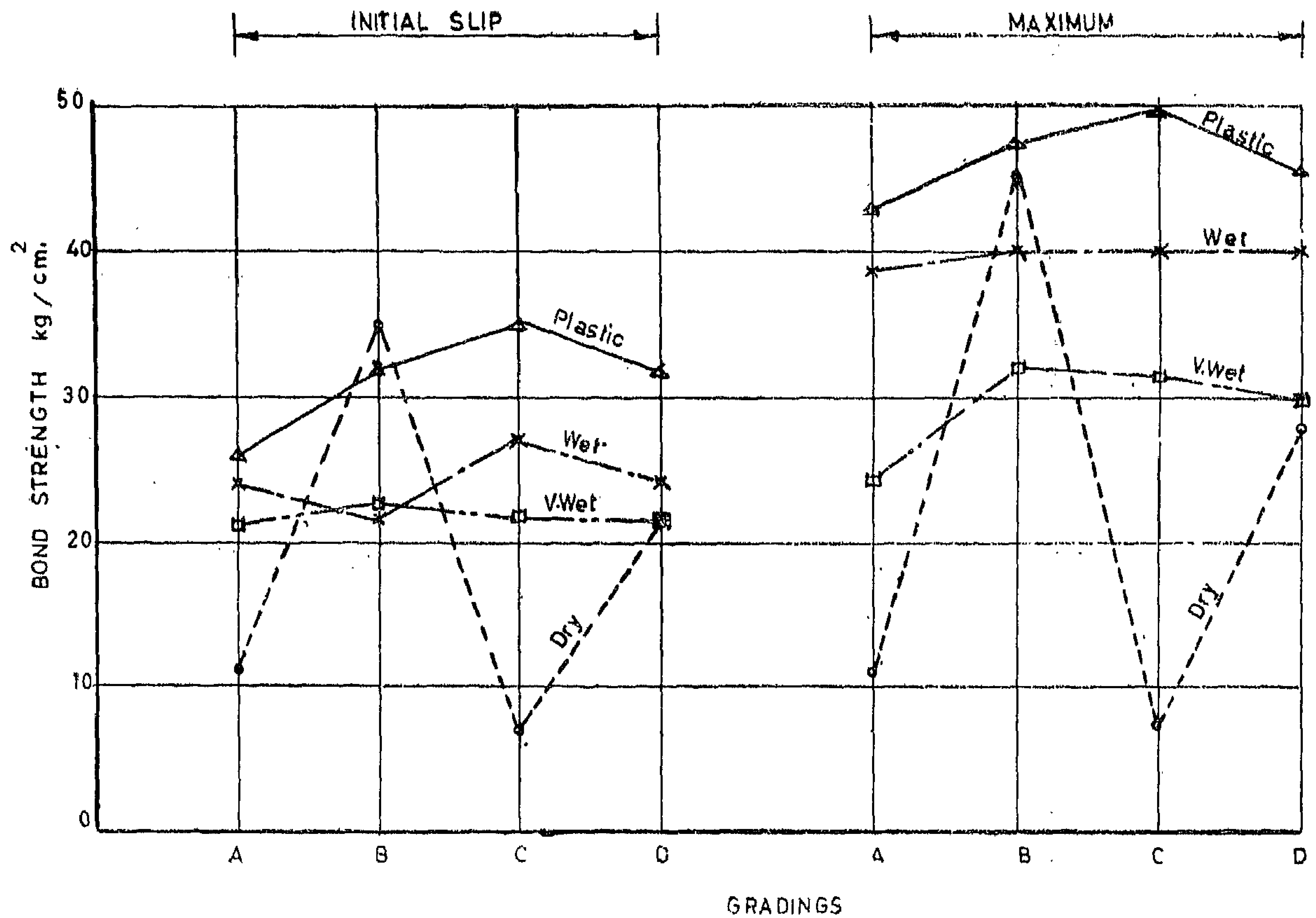


Fig. 11.

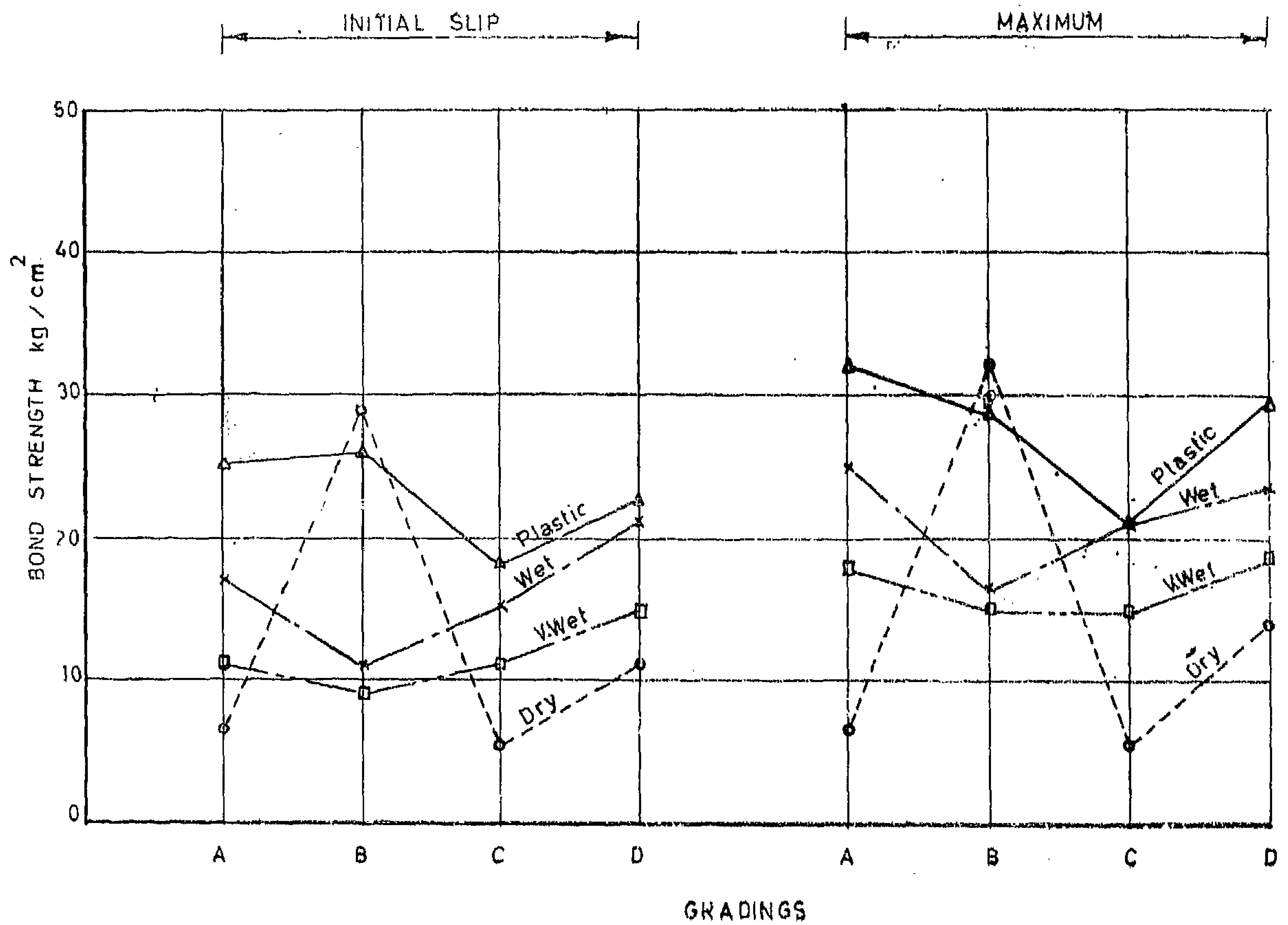


Fig. 12.

In beam specimens, each beam was reinforced with two 5/8 inch longitudinal bars of mild steel, extending through the ends of the wooden form, in the tension zone and a metal hinge to take the compressive force was placed in the center of the beam as shown in (Fig. 7) — (Fig. 8 and 9), show arrangement for pull-out test and tension test respectively.

Mixing, tests after mixing, specimens, pouring, curing and all other different steps of testing were carried out according to standard specification.

The workability, compressive strength and modulus of rupture of these different mixes were then determined systematically. The results of these large number of tests were tabulated and shown in figures showing the relation between the bond stress and the other factors. Families of curves were plotted to represent the relation between some factors, the remaining variable being kept constant.

Analysis of Results :

2.1. The Effect of Gradation of Aggregate on the Bond Strength of Concrete.

Curves in Figures 11 and 12) give the results of tests made with a view to determining the effect of the gradation of the aggregate on the bond strength of concrete (mixed and vibrated mechanically, and tested after 28 days.

For each grading, four consistencies, four cement contents and three methods of tests were used and the following table gives the maximum bond strength and the corresponding grading :

It will be be observed that :

1. The increase in cement content causes a corresponding increase in strength, for a given grading and consistency.

2. With a higher cement content, the maximum bond strength occurs with the grading not containing the smaller quantity of sand. For example, with a plastic concrete using 400 and 500 kgs. of cement/m.^{3}, the maximum bond strength occurs with aggregate grading containing 35% by weight of sand in Pull-out tests and with aggregate grading containing 55% by weight of sand in Beam tests. (i.e. with aggregate grading curves C and D). The explanation may be that concrete mixes containing more sand with rich cement will have a greater percentage of mortar than that in a mix with less sand, and thus more bond strength might be expected due to the greater shrinkage of the rich mix which produces normal pressure on the bar, thereby increasing the frictional resistance to sliding. Another reason may be the increase of concrete surface in contact with the reinforcing bar giving better bond action between steel and concrete

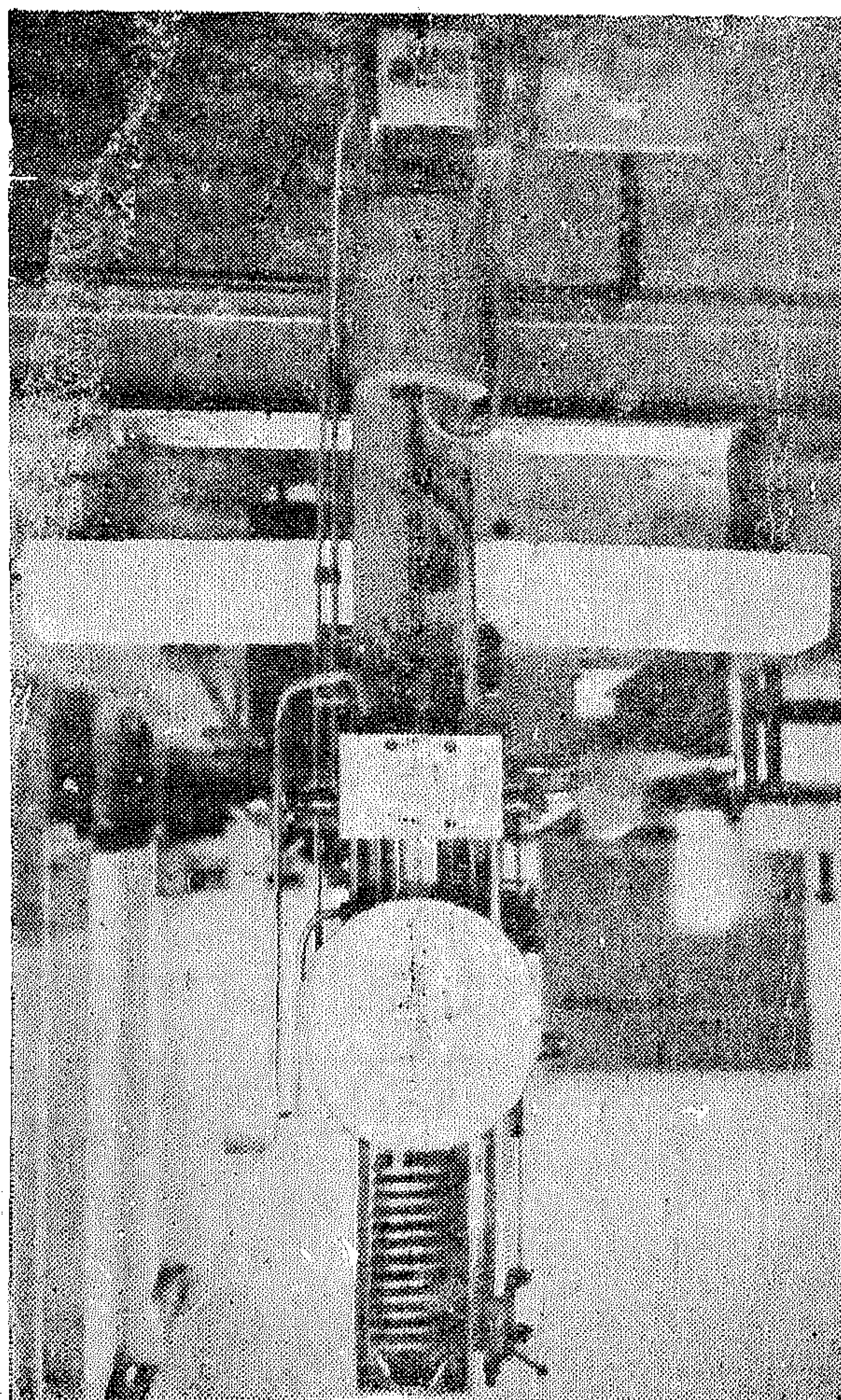


Fig. 10.

cylinderical test specimens 10, 15 and 20 cm. in diameter.

2.7 The hardened concrete properties : The compressive strength and the modulus of rupture of the different concrete mixes were determined.

Methods of Testing Bond Strength :

The following three methods of testing bond strength were used :

1. Pull-out test...... (Fig. 8).
2. Embedded bar test...... (Fig. 9).
3. Beam test...... (Fig. 10).

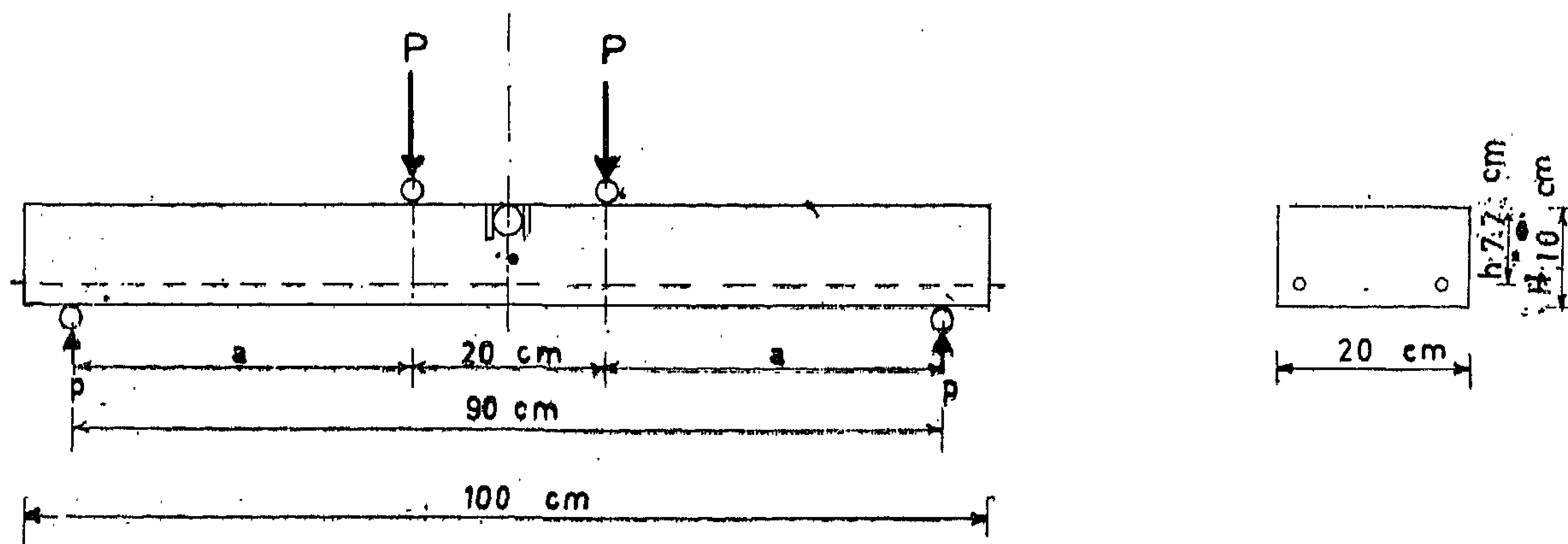


Fig. 7.

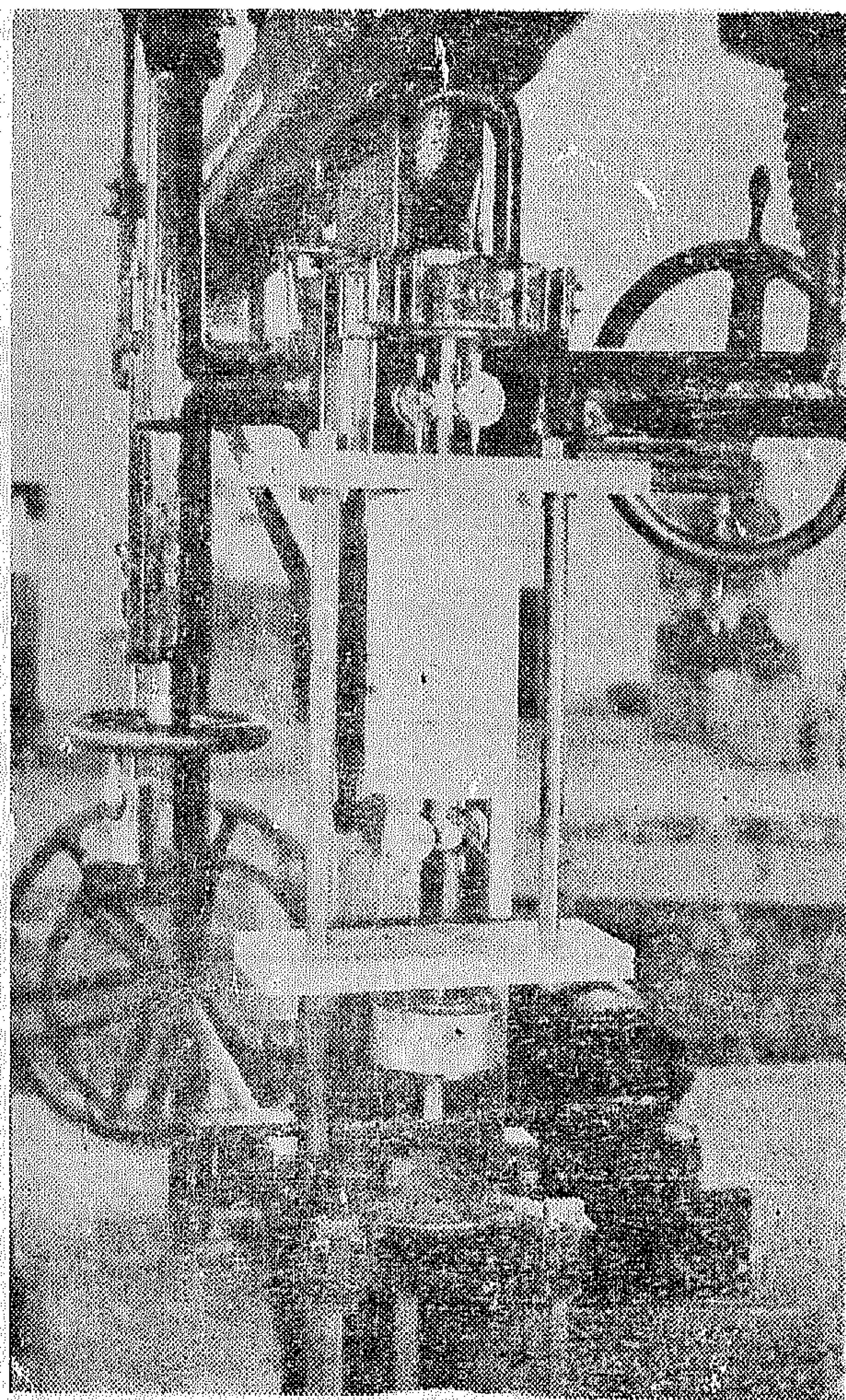


Fig. 8.

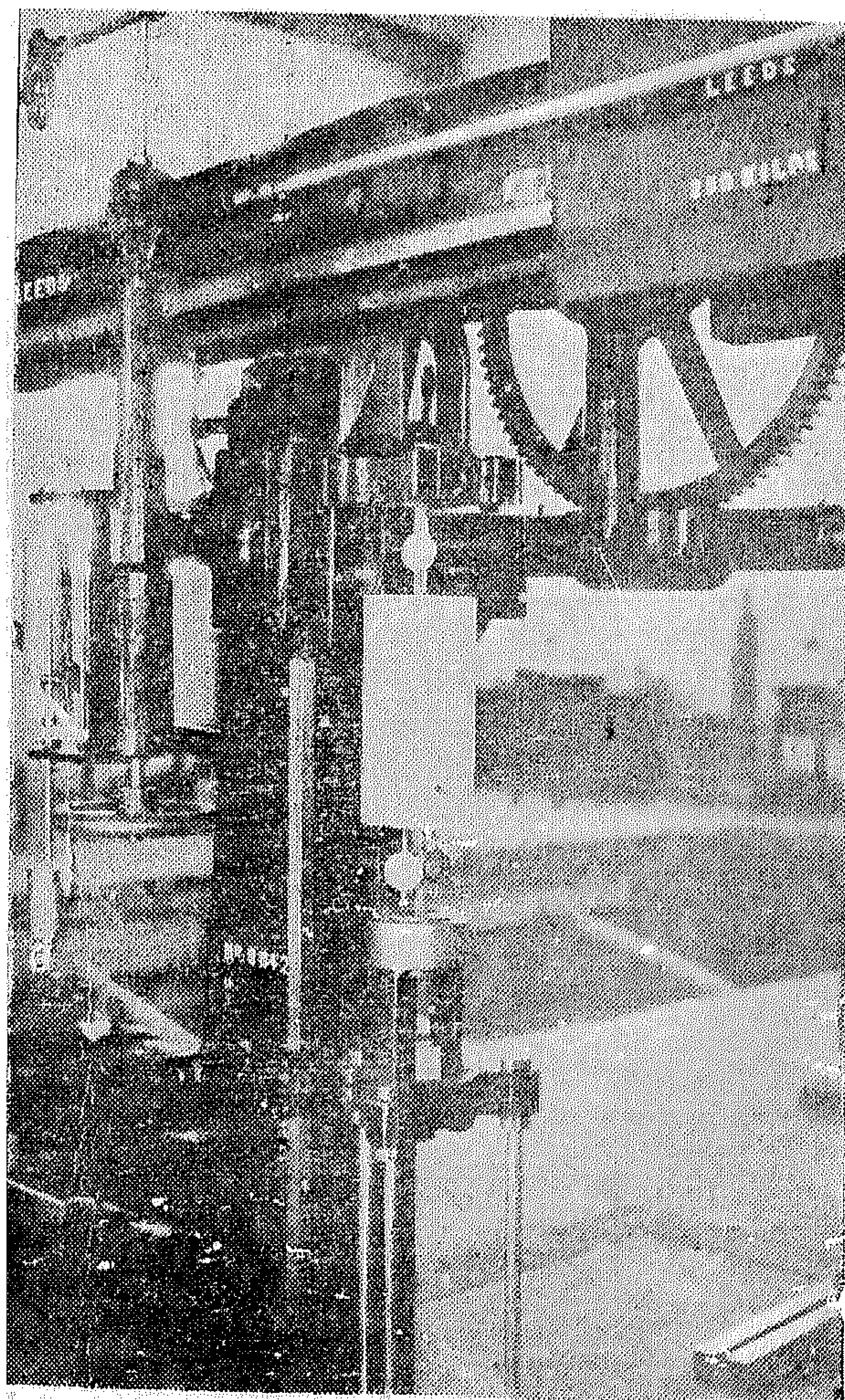


Fig. 9.

(Part 2)

EXPERIMENTAL WORK

It has been already mentioned that the purpose of this investigation was to find out how the strength of bond between the reinforcement and the concrete is influenced by the quality of the concrete used and other important factors. The factors whose effects were studied in this work are enumerated in what follows :

2.1. The gradation of aggregate : Different sizes of sand and gravel were recombined to give the grading curves of combined aggregate of 3/4 inch nominal maximum size given in (Fig. 6). The limits of these curves were chosen, with a view to finding out the effect of the variation of mix proportions on the bond strength.

2.2 The cement content : For each grading curve, concrete mixes were made with four cement contents : 300, 350, 400 and 500 kgs/m.³. This choice was made to cover more or less all type of concrete mixes used in Egypt.

2.3. The water content. For each concrete of a certain cement content four W/C ratios (by weight) were used, so that the effect of consistency of concrete on bond strength could be determined.

2.4 The diameter of reinforcing bars : Use was made of bars 3/8, 1/2, 5/8 and 3/4 inch in diameter.

2.5 The length of embedment : Use was made of test specimens 10, 20. 30 and 40 cm. in length.

2.6. Diameter of concrete enveloping the central reinforcing bar : Use was made of

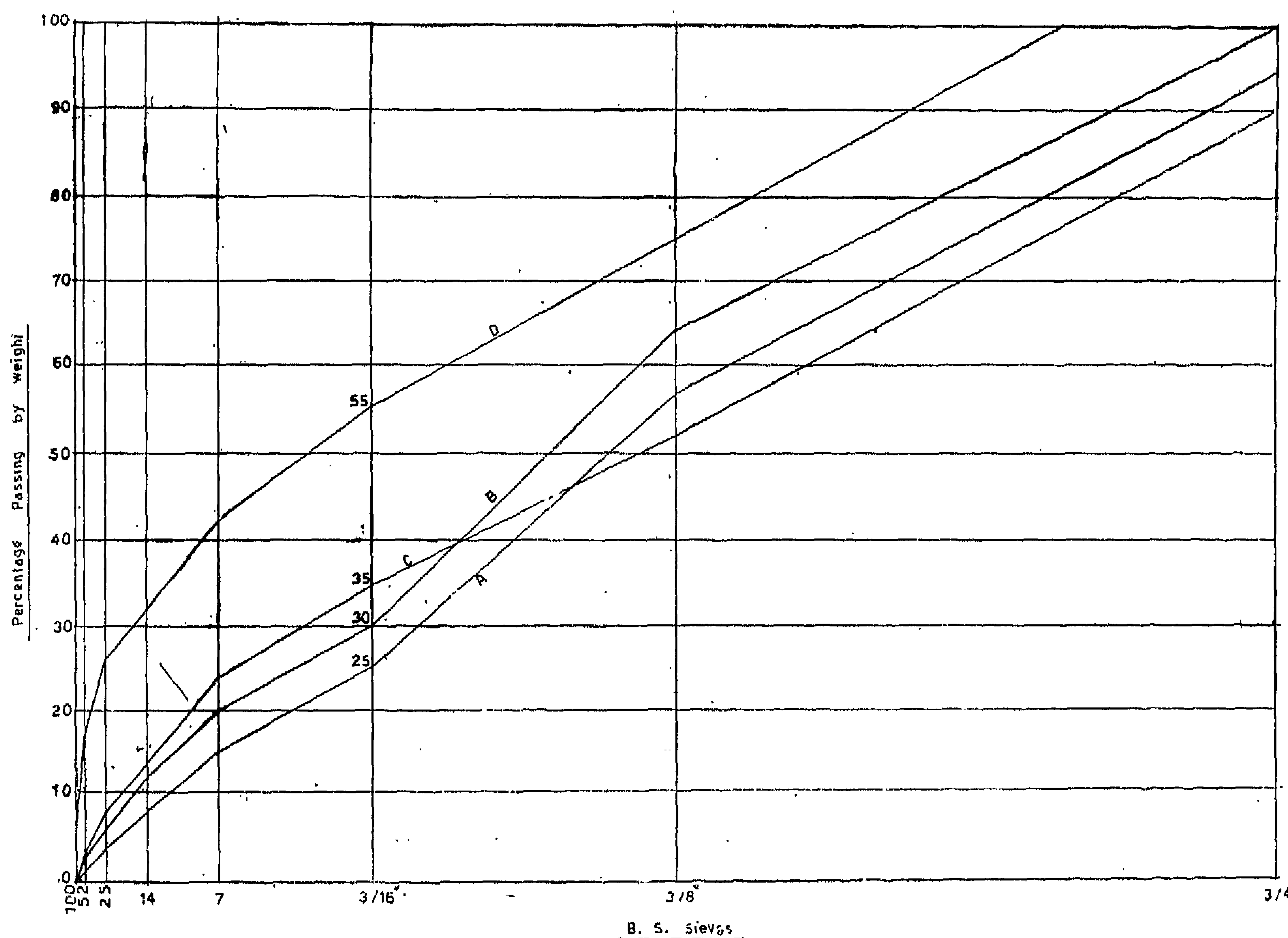
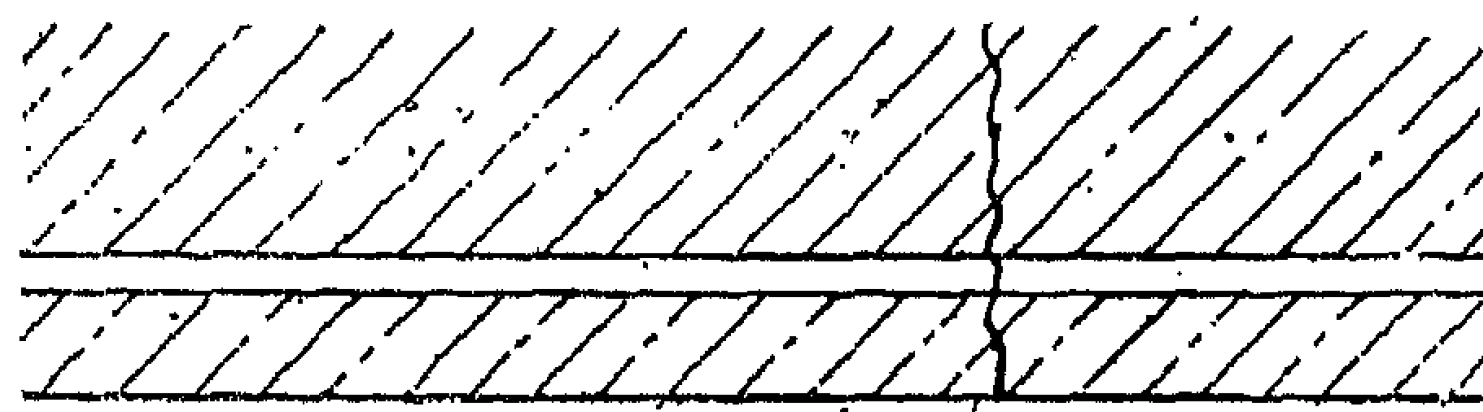
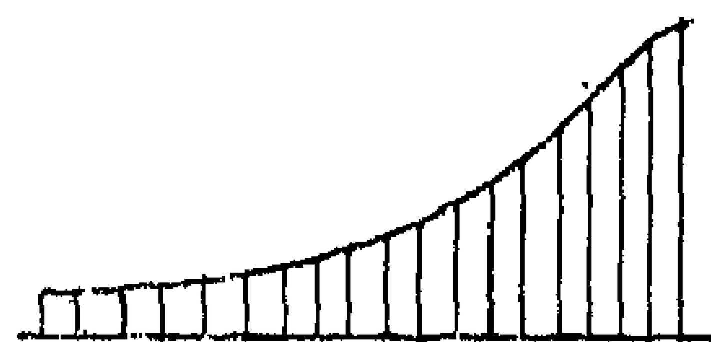
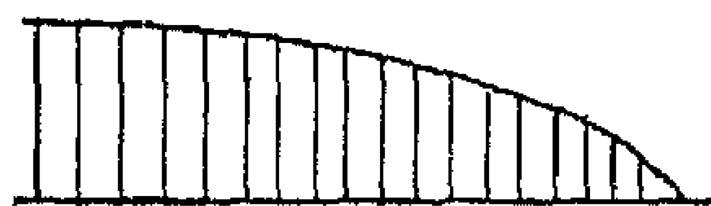


Fig. 6.







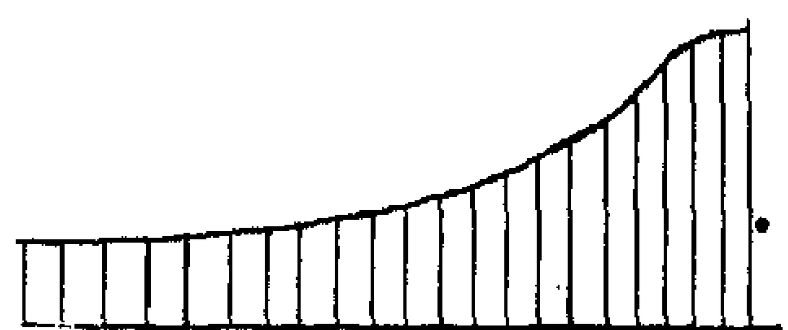


Fig. 5.

due to which the adherence may disappear and the friction will be lost.

At the cracks, however, there can be a vertical compression between the upper surfaces of the bars and the concrete, especially below the loads. This compression will be higher with the increase in the deflection, because the change of direction of the tensioned bars due to the deflection — which is largest at the cracks below the load, will cause vertical reactions in the bars. This compression increases the bond by friction.

He also stated that it is known that the bond stresses at a cracks follow a curve such as is shown in (fig. 5). The sudden transfer of the tensile force from the concrete to the bar at the moment of cracking is like an impact to the bond stresses. They rise considerably at the crack, and in all cases exceed the bond strength over a short length if the crack opens as much as to become visible. He then concluded his explaination by stating that if the bond strength were not exceeded, the small amount of slip of the bars required to make the cracks visible would not be possible.

The advantages of this type of bond tests may be summarized in the following :

1. This test simulates the actual manner of loading in a reinforced concrete structure.
2. It allows the establishment of a numerical relation between average bond stress and slip.
3. Values obtained can be applied directly in design.
4. Results obtained are easily comparable.

The disadvantages of this test are :

1. Much more expensive since it requires more materials and needs more time to be carried out.
2. More difficult to perform since specimens are heavy to handle and require more labour.

Calculation of the average bond strength :

The magnitude of the average bond is calculated from a formula of the type :

$$\text{Average bond strength} = \frac{V}{j\,y\,\Sigma o}$$

V = shearing force at the section

y = effective depth of the section

j = ratio of distance between resultants of compressive and tensile stresses to effective depth.

2. Numerical results for comparison are rather difficult.

5. *Torsion Test :*

The torque applied is measured in terms of limited extent for the determination of bond strengths. The test specimen consists of a short prism of concrete with the reinforcing bar embedded in its centre. The specimen is placed in the testing machine and the bar is subjected to a continiously increasing pure torque until failure occur.

The torque applied is measured in terms of the angular rotation, over a suitable gauge length, by means of clamps and dial gauges. During the application of the torque the rotation of the bar relative to the surrounding concrete is also obtained at both loaded and free ends by means of suitable levers and dial gauges.

This test does not appear to give correct values of bond strength since it does not simulate the actual manner of loading in a structure, but it may be used for comparison and in studying the variation of adhesion with the torsional moment applied.

The bond stress is calculated in this test as follows :

L = Length of embedment in concrete
d = diameter of bar
M_t = Torque applied
T = average bond stress

Then

$$\text{Average bond stress } T = \frac{2\,M_t}{\Pi\, d^2\, L}$$

6. Beam Test :

The beam test is the test more preferred both to the pull-out test and the embedded bar test, as it better corresponds to actual conditions in practice. The test specimen consists of a beam of a suitable dimensions cast with the tensile reinforcement placed at the bottom. The test is carried out by applying a bending moment by single or preferably two point loading up to failure. The free end slip of the reinforcing bars, being projected at the ends of the beam, is measured by means of dial gauges attached by yokes. As the loading of the beam proceeds the slip takes place at the gauge line nearest to the load points, and on further loading the slip extends towards the end of the beam until it is detected at the free end of the bar, and the bond stress becomes more uniform over the whole length of the bar from load point to support. The beam test is very sensitive to a number of factors, such as the cross section, the percentage of reinforcement, the distribution of the reinforcement, and the stirrups. The values obtained from this test will vary according to whether the tested beams are simply supported or clamped. In carrying out beam tests, it is advisable to make the beam as simple as possible, in order to avoid influences from many other factors.

In this test the concrete around the reinforcement is in tension and the tension in the concrete of a beam causes the concrete and steel to draw away from each other.

Considering the lateral compression that occurs in the beam test, F. Leon Hardt showed the following way of explaination :

In a beam subjecting to bending forces, the reinforced tension zone suffers a lateral contraction in stage (before cracking) which results in lateral compression between the concrete and the bars. As soon as bending cracks develop, this compression must disappear at the cracks, since the longitudinal tension in the concrete becomes zero (see fig. 5). In addition, the longitudinal tensile stresses in the steel bars suddenly increases owing to the cracking effect, the bars must therefore contract laterally at the crack and will thereby cause tension or may even exceed the adherence. Thus, in the tension zone of a beam in bending, we normally have lateral tension between the bars and the concrete in the immediate vicinity of the cracks,

tension between two cracks in the central portion of a concrete beam subjected to bending, will be brought about.

This can be explained if we consider the part of the beam bounded by two adjacent cracks in the neighbourhood of the its central portion. In this part of the beam, the distance betweeen these cracks is so small that the variation in moments within this interval can be neglected and, therefore, the tensile force can be assumed to be constant in an elements bounded by two cracks.

Per Olov Jonsson** discussed this type of bond tests and showed that in this test the tensile stress is not distributed over the cross section in the same way as in a beam, as in the case of a concrete prism submitted to central tension the tensile stresses are distributed symmetrically with respect to the reinforcement bar. He also stated that the distance between the cracks to be imitated in this test which is equal to the length of the test specimen, is fixed in advance at a certain predetermined value, which may be incorrect. This can cause the stress distribution along the reinforcement to be not exactly the same as in a beam subjected to bending. He finally stated that the end surfaces of the test specimens are plane, and have not the same irregular shape as the surface of failure in a fractured cross section.

Dr. F. Leonhardt discussed the influence of the lateral stresses on bond in this test and showed that this test is the one of bond tests less influenced by the lateral forces usuaally set up in such testing as is shown by the load slip curves (fig. 4) of such tests made by him.

He, also, mentioned that the tension test with one or two bars embedded in a long cylinder, as used by Kuuskoski*, will show little lateral compression on the bar due to

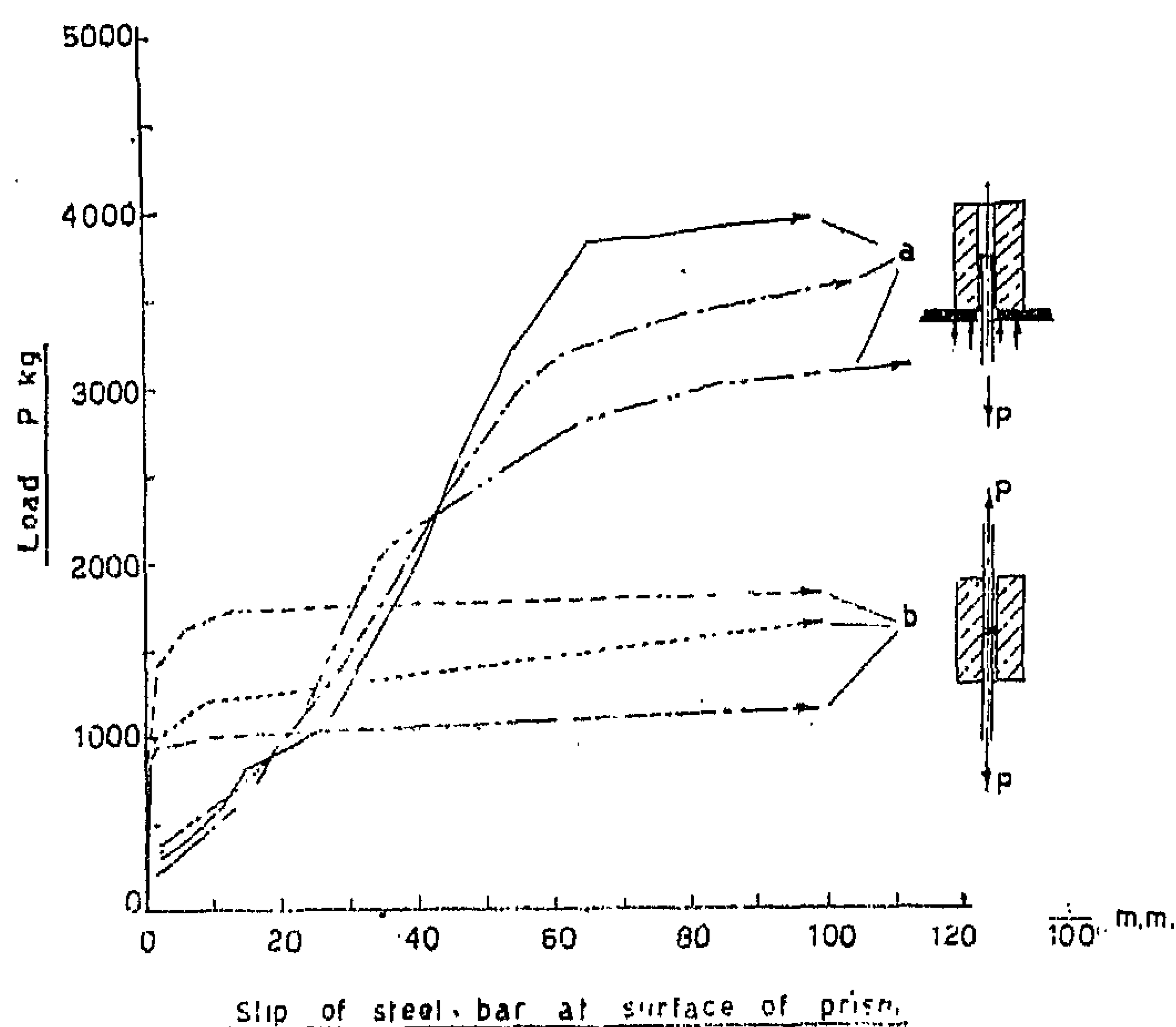


Fig. 4.

the contraction of the tensioned concrete and this conditions are most similar to those in the tension zone of a beam. He then recommended that the specimens for this test should be long enough to have at least two cracks in the length of the cylinder, because only between these two cracks can the lateral stresses develop as in a beam.

Advantages :

1. The embedded bar test seems suitable for studying the effect of the bond on the crack formation.
2. It allows the determination of crack spacings and crack widths.
3. The concrete around the reinforcing bar is in tension as in actual conditions in structure.

Disadvantages :

1. The average bond stresses is not obtainable.

** JONSSON, P. Investigation of Bond between Reinforcement and Concrete, Stockholm, 1957.
* KUUSKOSK, I. Uber die Haftung Zwischen Beton und Stahl. Julkaisu 19 Publikation. The State Institute for Technical Research, Helsinki, Finland.

out test. The test specimen is a reinforcing bar being cast horizontally or vertically in a concrete block either cylinderical or prismatic. During the test one end of the bar is put in compression. In this test little can be measured except the relative slips and the failing load and the average bond stress is obtained in a similar way as in the pull out test.

The same criticisms as those for the pull out test apply except that both elements, steel and concrete, are, in this case, in compression. The results obtained from this type of testing will differ from those obtained in the pull out test, as the reinforcing bar, in the method of testing, will be under compression at the point of entering the concrete and instead of tending to be drawn out, it will tend to expand against the concrete and the pressure between the concrete and bar surface will, thus, increase. Such an action will certainly give higher bond values if compared with the pull out test.

The only recommendations of this method of testing may be the essiness with which such a test can be carried out and its cheapness.

1.2.3. Pull-out Test of Lapped Bars :

In this type of bond tests two bars or more are lapped within a block of concrete. The load, usually a pull, may be applied to the bars alone or to one bar on one side and to the concrete block on the other side. Various types of lapping are shown in (fig. 3). These include a bar lapped with two others, two bars placed end to end with a third splice bar alongside, and laps tied with various types of wire tie. This test simulates the actual conditions since the lap joint is one of the typical and actual structural problem which is met with in modern reinforced concrete constructions.

On applying a tensile load to the opposing bars, the concrete is put in tension, and

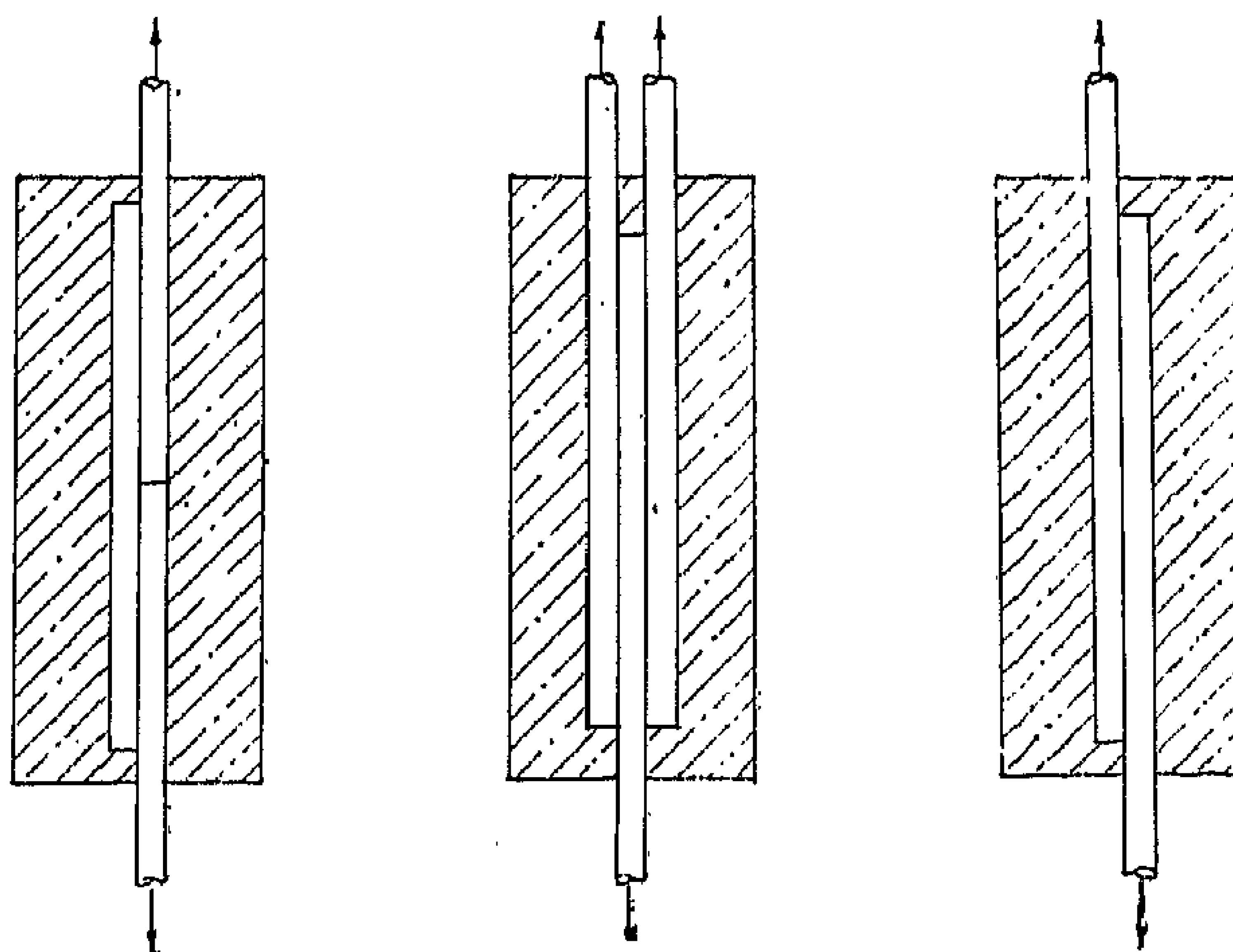


Fig. 3.

the test simulates a portion of a beam between two cracks bent to an infinite radius, since the horizontal extension is the same on all planes.

Such a test is an approach to the actual conditions to which R.C. elements are really exposed to.

1.2.4. Embedded Rod Tests :

In this test, a reinforcing bar is embedded in a concrete block having the shape of a rectangular prism or a circular cylinder. The reinforcing bar passes through the concrete from one end to the other, and is submitted to tensile forces at both ends. The elongation of the concrete and the reinforcement between the two end surfaces of the concrete specimen as well as the relative displacement of the reinforcement with respect to the concrete at each end surface can be measured at various loads by means of dial gauges and extensometers. In this manner two values of the relative displacement of the reinforcement with respect to the concrete are obtained, one value at each end of the test specimen.

This test is intended to represent the actual conditions in a reinforced concrete beam, and a probable similarity to the state of stress and deformation produced in the part in

Advantages :

The advantages of this type of bond test can be summarized as follows :

1. It forms a very cheap and easily made test.

2. It may lead to correct relative values for the comparison of different kinds of reinforcing bars. It is also a suitable test for comparing the bond strengths obtained with different mixes, water-cement ratios and methods of compaction.

3. It allows the establishment of a relationship between the slip and the force applied.

Disadvantages :

The pull out test can not give the correct value of the bond strength for the following reasons :

1. It does not simulate the actual manner of loading in a structure since the concrete around the bar is submitted to compression whilst the steel is in tension.

2. The cover is usually greater than in structural elements with no adjacent bars.

Dr. F. Leonhardt (1), indicated that the pull out test results are considerably influenced by the lateral stresses as shown in fig. 2. He, also, showed that lateral strain of the test cube, shown in fig. 2, due to the vertical compression in the concrete is restricted by the friction at the supporting plate, of the testing machine, thus the lateral compression developed there, will tend to increase the frictional bond strength. These lateral stresses are superposed by others due to an arching effect, as the reactions of the wide supporting plate usually continue in the direction of the line of the principal compression, forming a sort of an arch (or, a three-dimensional, dome) having an action of lateral compression on the top of the concrete block fig. (2a). But if the restriction at the base is eliminated by lubrication or by a soff rubber plate, then the lateral stresses will be governed by the arching effect only and the bond stresses will be substantially different as in (fig. 2b.)

Method of determination of Average bond Str.:

The magnitude of the average bond is computed as follows :

Referring to (Figure 1) :

L = Length of embedment in concrete

d = diameter of the bar

P = the tensile force applied

T = Average bond stress

Average bond stress $T = \frac{P}{\Pi d L}$

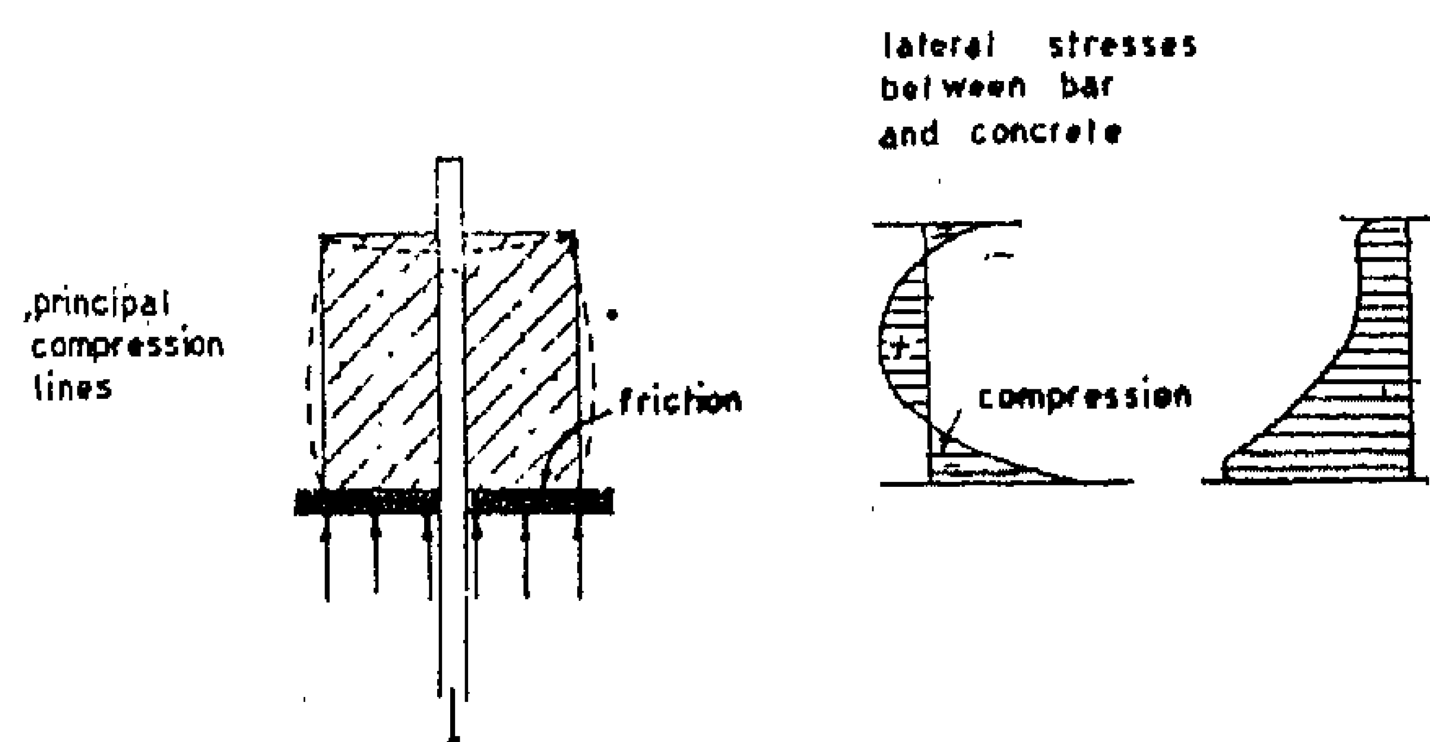


Fig. 2 a – Transverse and bond stresses at the bar in ordinary pull-out test.

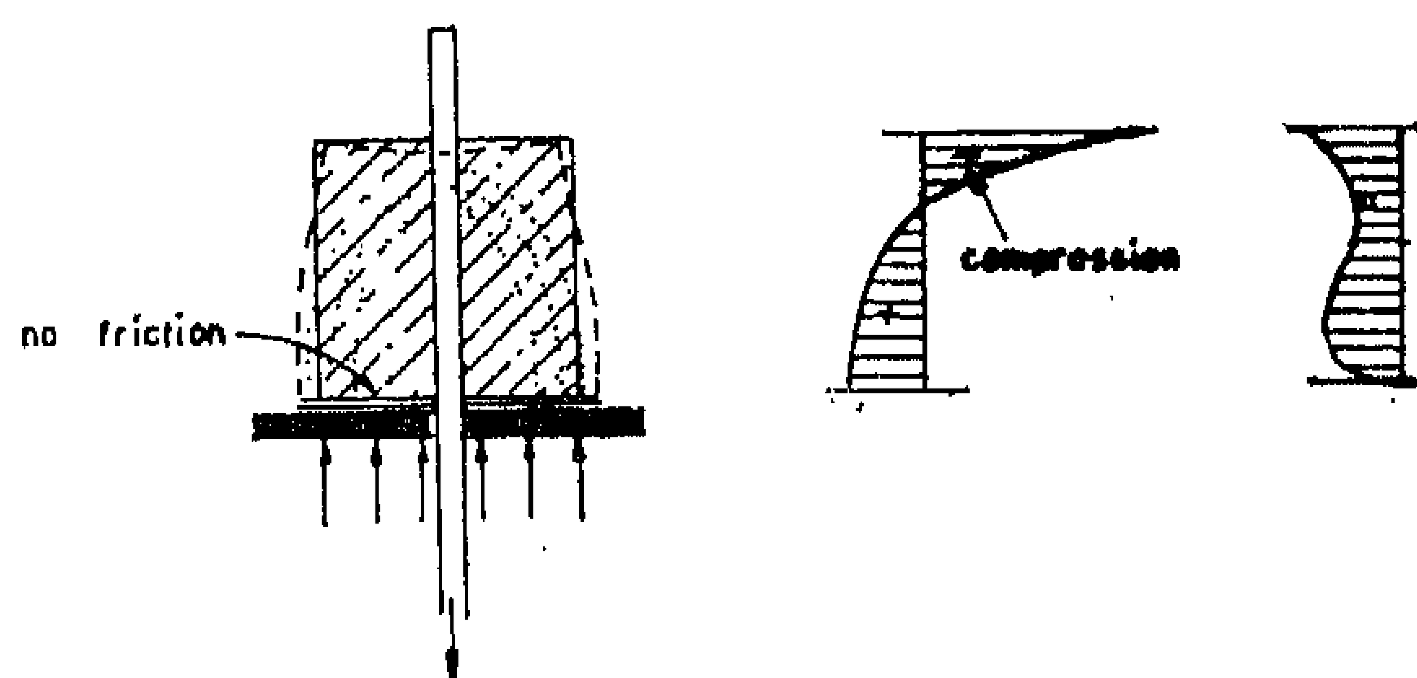


Fig. 2.

This shows that the average bond stress decreases with an increase in both the length of embedment and the diameter of the reinforcing bar. It must be also stated that the bond resistance is assumed to be uniform over the whole length of embedment. Such an assumption is only made to fascilitate calculation an in truth, it is not correct at all.

1.2.2. Push out Test

The push out test is simpler to conduct than any type of bond tests even the pull

2. Bearing due to irregularities on the surface of the bar or due to lugs or deformations present on the bar.

These two elements usually occur at the same time.

3. Frictional resistance due to pressure exerted by shrinkage of concrete in setting and hardening and which starts to act only, when there is a tendency to sliding action between concrete and reinforcement.

1.2. The Measurements of Bond Strength

In this chapter, the various types of tests which have been used to measure the bond strength will be described and discussed.

The different types of methods of testing of bond strength used up to the present can be summarized in the following :

1.2.1. Pull out tests
1.2.2. Push out tests
1.2.3. Pull out tests of lapped bars
1.2.4. Embedded rod tests
1.2.5. Torsion tests
1.2.6. Beam test.

The magnitude of the bond strength and the distribution of stresses is totally dependent on the method of testting used and, therefore, each type of these tests will be separately discussed and analized.

1.2.1. Pull out Test :

The pull out test is the oldest type of bond tests and nearly all the earlier investigations of bond strength were mostly based on the results of this type of test. The pull out test specimen consists of a single reinforcing bar embedded in a concrete block in the shape of a cube or a rectangular prism or a circular cylinder. The reinforcing bar passes through the concrete block from one end to the other. The specimen may be casted with the bar in the horizontal position as in case of beams or with the bar in the vertical position as in case of columns.

The bar is then pulled from the concrete by putting one end of the bar in tension as shown in fig. 1. The end at which the tensile load is applied is called the loaded end and the other is the free end. The relative slip between reinforcement and concrete at either or both ends is measured by means of dial gauges clamped to either the bar or the concrete. The slip at the loaded end starts with the first application of load and continues as the load is increased. When slipping becomes general over the whole embedded length the first movement of the free end of the bar is detected. On further loading, the bar continues to slip and the load applied continues, also, to increase until the failing load is reached.

The average bond stress at failure is calculated by dividing this failing load by the surface area of the bar in contact with the concrete.

The pull out test is very sensitive to such conditions as the dimensions of the test specimen, the ratio of the embedded length to the diameter of the bar, the position of the bar during pouring (vertical or horizontal), the thickness of cover to the bar and method and degree of compaction.

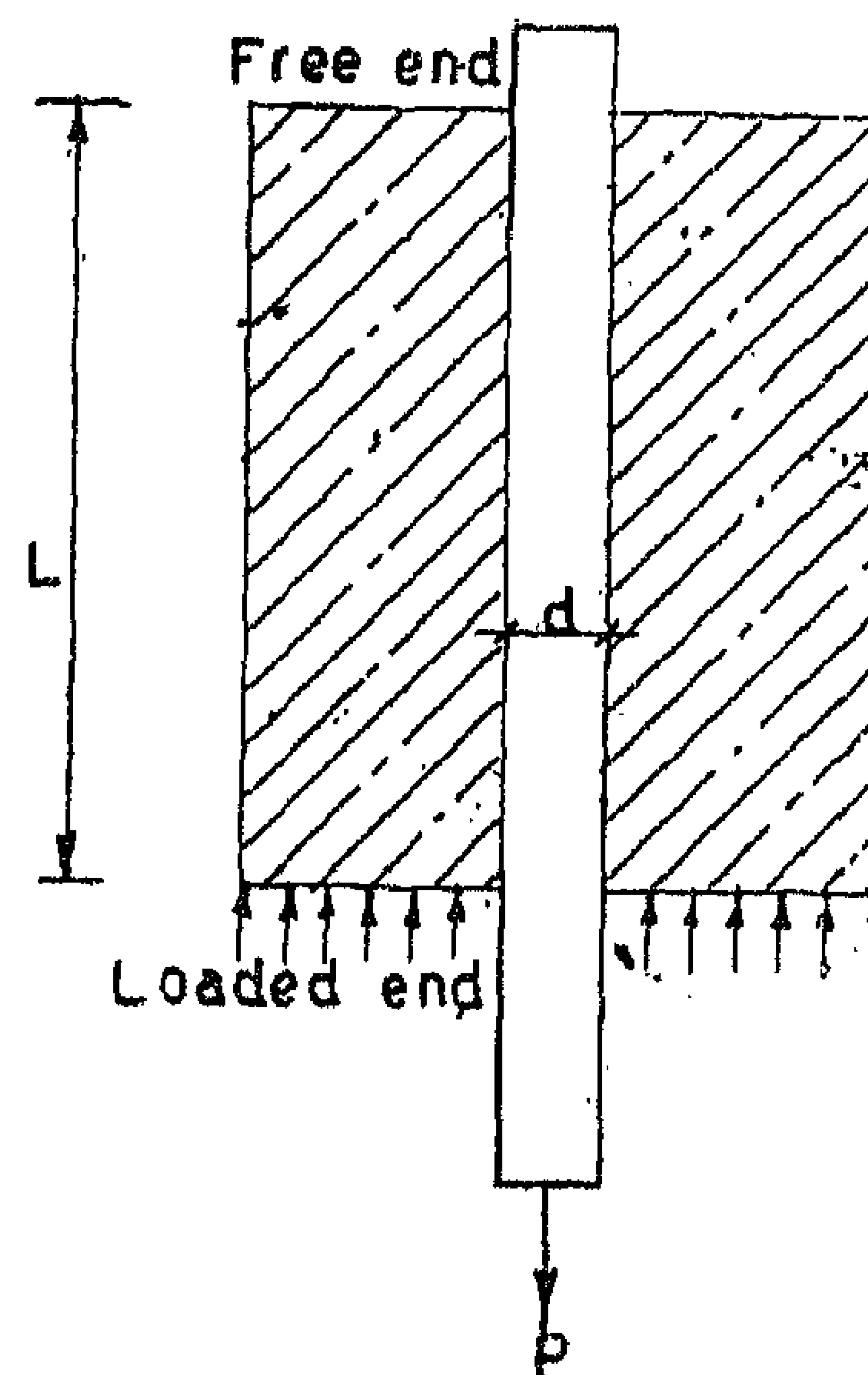


Fig. 1

1) LEONHARDT, F. On the neled to consider the influence of lateral stresses on bond Symposium on Bond and Crack Formation in reinforced concrete, Vol. 1, Stockholm, 1957.

(Part 1.)

BOND BETWEEN CONCRETE AND REINFORCEMENT

1.1 Nature of bond in R.C.

When reinforced concrete was first introduced, the bond between concrete and reinforcing bars was explained as a kind of adhesion. Further experimental studies of the bond between steel bars and concrete were subsequently made giving different explainations for the nature of bond.

As early as in 1913 a special investigation of Tests of bond between concrete and steel was carried out by Abrams (1), who is one of the first who contributed to advance our understanding of the bond action. He devided the bond resistance into two principal elements :

1. Resistance due to cohesion.
2. Resistance due to slipping.

He considered the cohesion to be the resistance offered by the bar before any slip at the free end, had taken place in a pull-out test, while by the slipping resistance he meant that frictional resistance is taken place after the occurrence of slip. Other investigators (2), came about to the same conclusion of Abrams.

While Prof. Bolomey (3), in his studies stated that he is not totally convinced of the existance of any adhesion between the concrete and the reinforcement. He believed that the resistance to the pulling action, might be due in his opinion to the more feasable reason of the gripping action caused by the formation of a toothed surface in the concrete surrounding the reinforcing bars.

Nearly the great number of the previously research-workers were in agreement that bond strength depends mainly on two factors namely :

a) Adhesion between concrete and the reinforcement.

& b) The frictional resistance coming only into place between the steel and the surrounding concrete or paste.

Some other investigators introduced other factors, such as the bearing action caused by the roughness of the steel bars or the intended projections on their surfaces and the shearing resistance in concrete which comes simultaneously into play.

BOLOMEY contradicted all the others and his explanation of bond resistance seems, somehow, illogical and far away from correct reasoning. It appears that when he had presented his assumption for bond action, he had been, rather, influenced by the shape of the cement cristals formed when concrete hardened and the shrinking action of the concrete caused by drying.

It may be, however, more plausible to assume that bond can be considered as the property which causes hardened concrete to hold tight the embedded bar establishing a resistance to slipping of the bar longitudinally through the concrete.

Bond may be, therefore; probably composed of the following elements :

1. Adhesive resistance.

1) ABRAMS, D.A. Tests of bond bet. Concrete and steel. University of Illinois Engineering Experiment Station. Bulletin No. 71 (1913).

2) GLANVILLE, W.H. Studies in R.C. Building Research Technical Paper, No. 10 (1930).

3) BOLOMEY, J. Contribution à l'étude du béton précontrain. Bulletin technique de la Suisse Romande, numéros des 17 Avril, 1er Mai et 12 Juin 1943.

BOND BETWEEN STEEL AND CONCRETE

By

*AHMED EL-ERIAN, Ph.D. **WAFIK EL-BISHLAWY, Ph.D.

This paper reports an investigation of the effect of variations of mix proportions, diameter of reinforcement and length of embedment.

Within the scope of the bond tests carried out it was found that bond strength is greatly influenced by the type of concrete used or the proportions of the mix. Bond strength is greatly reduced by increasing the w/c ratio and is increased as the cement increases. The average bond stress depends upon the length of embedment and decreases as the diameter of the bar increases.

INTRODUCTION.

Ever-since the reinforced concrete has come to the fore as an efficcient material for buildings, roads, bridges and numerous other applications, the problem of bond between the reinforcing steel and the concrete was found to be of fundamental importance in the consideration of a R.C. structures, its strength and its tendency to act as one monolithic unit.

The transfer of load or stress from concrete to steel or vice versa is effected by the resisting adhesion between the concrete and the surface of the embedded steel. Without this bond there could be no concerted action of the concrete and the steel bars since these bars would be of no use in establishing the required dual resistance of steel and concrete. Adequate bond is considered to be an essential requirement which must be fulfilled in order to ensure that proper interaction between concrete and steel is obtained.

Most of this work, however, has been directed rather towards investigating the effect of the type of the reinforcing steel, its shape (plain or deformed), and the possible anchorage provided by hooking or bending on bond (1, 2 and 3) but no real interest has been taken in the quality of concrete used or the proportions of the concrete mix, the size of the reinforcing bar, and the length of embedment, as affecting factors on bond.

It was, therefore, found more convenient to investigate in the present work how the strength of bond between the reinforcement and the concrete is influenced by variations in the mix proportions, the diameter of reinforcement and the length of embedment.

The present paper has; thus two parts :

The first part is devoted to the explanation of the bond nature and the measurements of bond strength. The second part shows the experimental work studying the effect of the important factors on the bond strength.

---

* Prof. of Testing and properties of materials, Faculty of Eng., Cairo University.

** Lecturer of Testing and properties of materi als, Faculty of Eng.. Assiut University.

1) ABRAMS, D.A. Studies of Bond between concrete and steel. Proc. A.S.T.M. Vol. 25, 1925,

2) WERNISH, G.R . Bond studies of different types of reinforcing bars. A.C.I. Journal, Vol. 9, No. 2, 1937.

3) BERNANDER, K.G. Bond stresses in Reinforced Concrete as a function of area and spacing of ribs on deformed bars, Betong. Vol. 37, No. 1, 1952.

d $= h/V\alpha$

a $= \dfrac{L + V\alpha + hs}{V\alpha} = c + I + ds.$

a_1, a_2 = Roots of the equation ($z^2 - az + c = o$)

n = Subscript identifying the plate counting downwards.

N = N° of plates of the column.

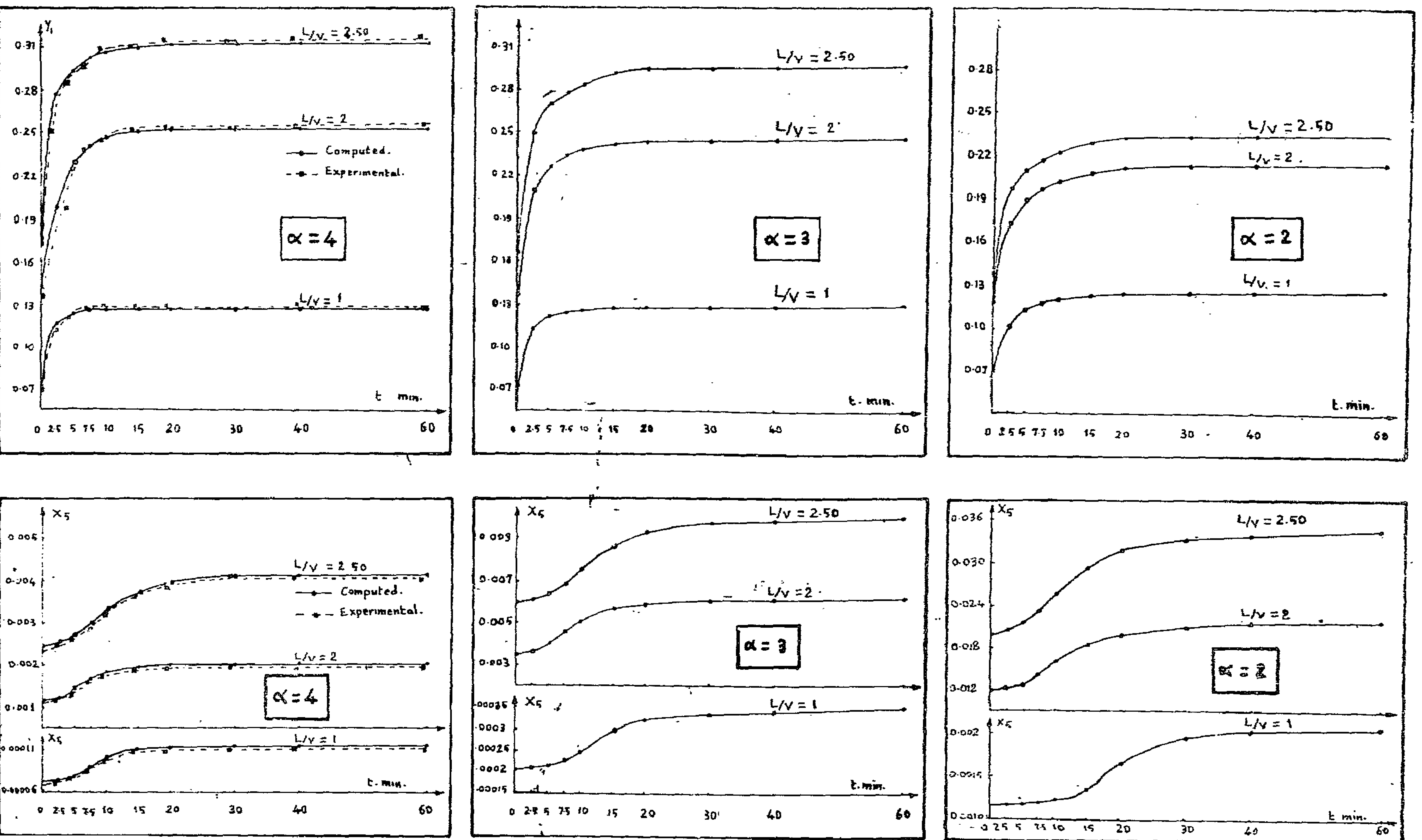
REFERENCES

1.—Lapidus L. and Amundson N.R., Ind. Eng. Chem., 42, No. 6, P. 1071, (1950).

2.—Wilkinson W.L. and Armstrong W.D., published in "Plant and Process dynamic characteristics" 1957, (London: Butterworth).

3.—Campbell D.P., "Process Dynamics", P. 231, (New-York, J. Wiley Inc., 1958).

4.—Rifai M.A., M.Sc. Thesis, 1965, (Cairo University).



(Fig. 5) Effect of α & L/V on the dynamic response of the products' compositions.

CONCLUSIONS.

1.—An electronic calculator can be used instead of a computer in connection with the two equations given in the text to estimate the composition response of the product streams from a stripping column. Results so obtained will be accurate enough as has been confirmed from experimentation.

2.—The compositions of the various plates of such a stripper significantly depend on both the ratio L/V, the volatility α and the plate number, always increasing with an increase of L/V for all values of α, but in different magnitudes depending on the plate number.

3.—The dynamic response of the top and bottom products gets faster for all given values of α as L/V gets smaller. This response also speeds up, for all used values of L/V as α increases from 2 to 4.

MOMENCLATURE :

α = Constant in equilibrium relationship.

t = Time, minutes.

s = Laplace transform parameter corresponding to "t".

h = Liquid holdup per plate, Kgs.

L = Feed rate, Kgs. per minute.

V = Steam input rate, Kgs. per minute.

C_n = Composition of liquid of n^{th} plate at time t = o expressed as mass fraction of the more volatile component.

Y_n = Composition of vapour emerging from the n^{th} tray expressed as mass fraction of the more volatile component.

X_n = Composition of liquid over flowing from the n^{th} plate expressed as mass fractino of the more volatile component.

$X_0(t)$ = Feed composition expressed as mass fraction of the more volatile component.

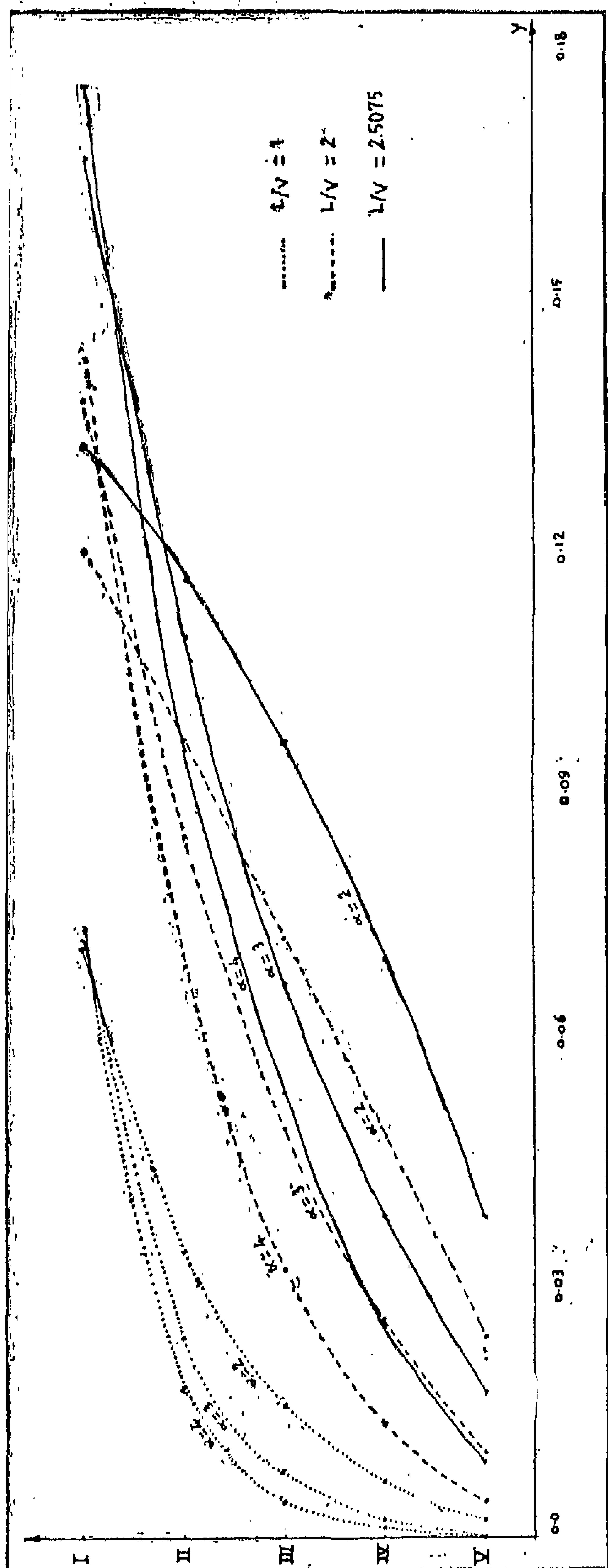
= Z_{F1} for $t \angle o$

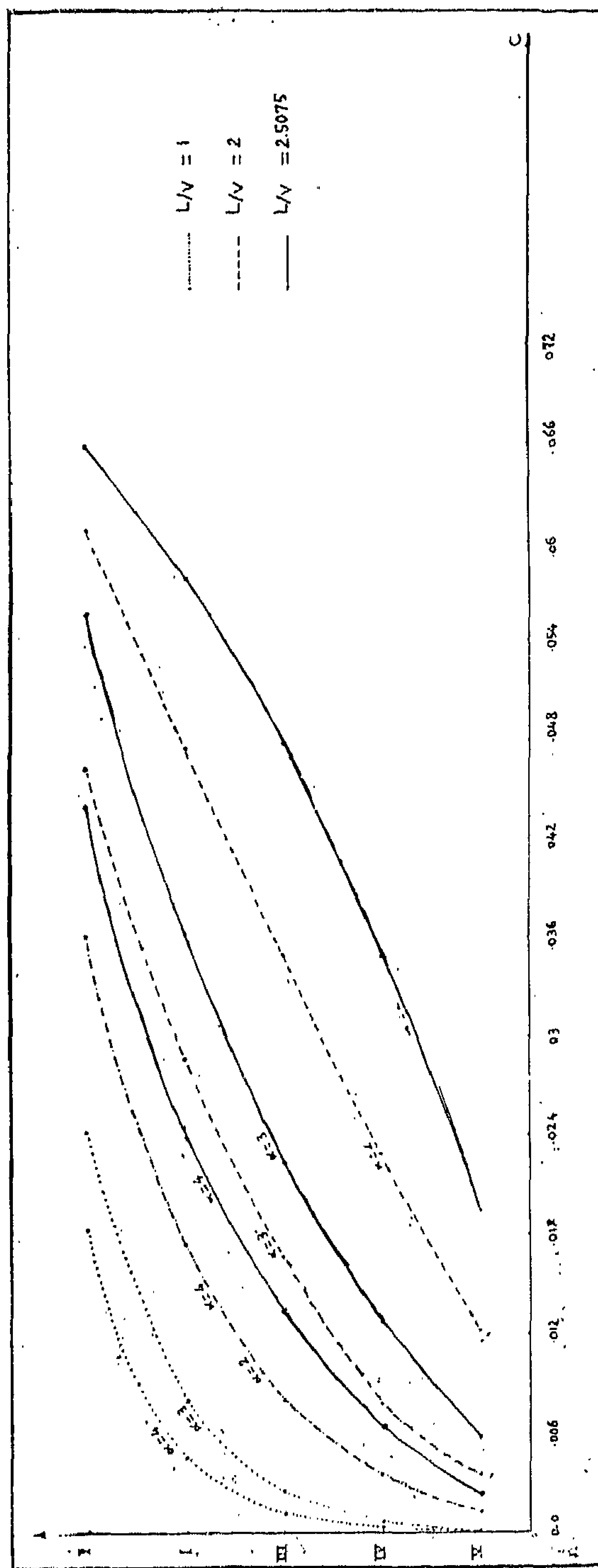
= Z_{F2} for $t \geq o$

$Y_{(N+1)}(t)$ = Composition of steam fed from the bottom plate

= o.

c = L/V α





(Fig. 4) Aggregated curves showing the general trend of the effect of L/V & α on both liquid & vapour compositions profiles up the column.

A parallel trend was also noticed with the vapours on the various plates, the composition increasing with L/V for all values of α. However, starting from the fifth plate upward, the rate of increase in composition of the vapours with L/V increased markedly with a decrease in volatility. This latter trend gradually decreased from the fifth plate through the first plate where the effect was completely reversed, i.e. the rate of increase of vapour composition with L/V decreased with a decrease in volatility. Also the first plate is unique in that the composition of the top vapour product, in contradistinction to all liquids and vapours' compositions throughout the column, becomes richer in the more volatile component as the relaitve volatility of the mixture handled increases.

It is also quite clear from the 10 sets of curves presented in Fig. (3) that the same patterns persisted when the feed composition was changed from 0.072 to 0.129.

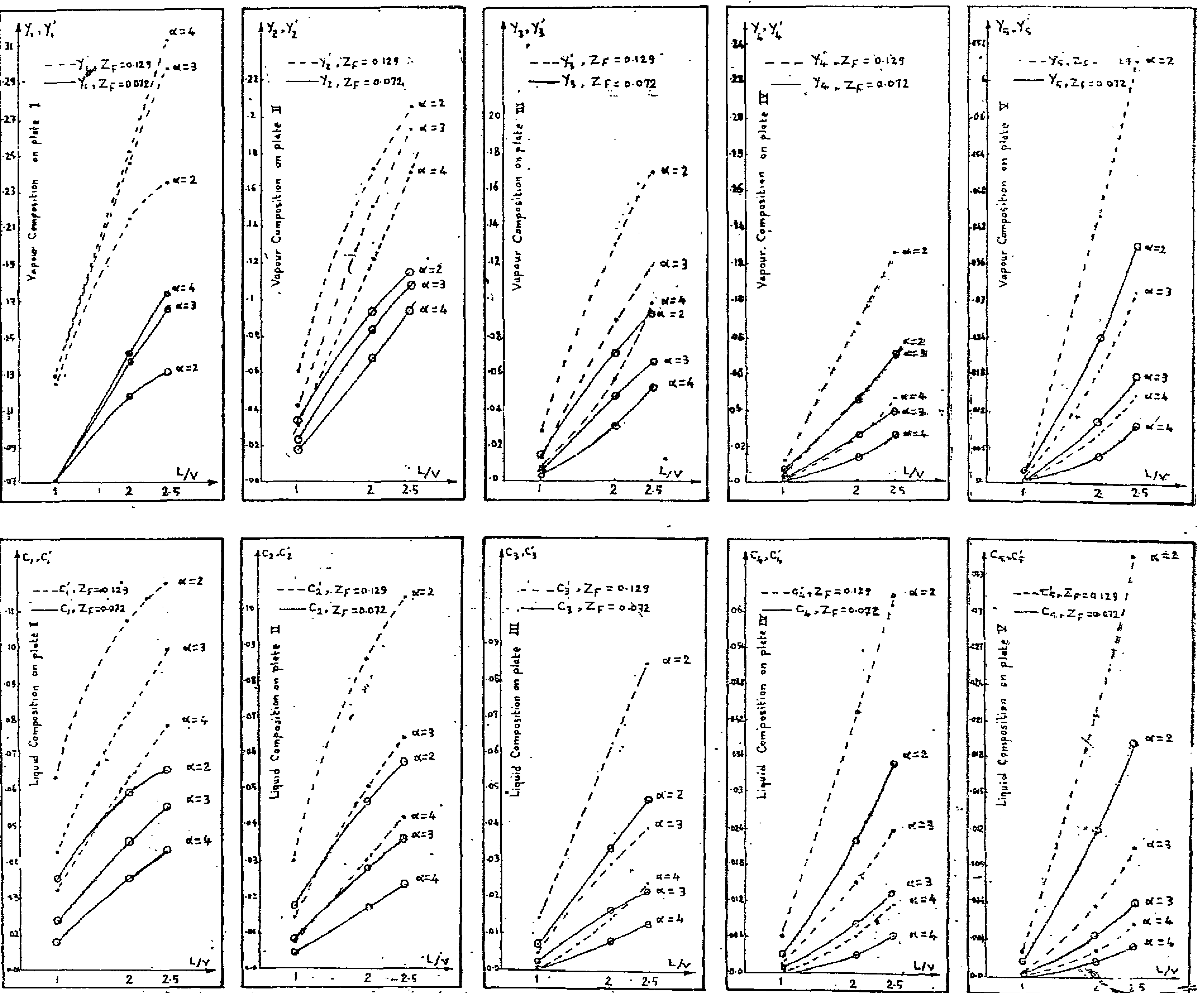
To show the trends explained above in a more compact manner, the composition profiles of the liquids and vapours on the various plates for various volatilities were shown for three values of L/V. These six sets of curves are given in Fig. (4).

(b) **Time Response Curves :—**

The dynamic response of the composition of both the overhead and bottom products for the nine cases listed in Table 1 is presented in Fig. (5). Experimental points are only available for the three cases where $\alpha = 4$. These have been corrected for the distance-velocity lag in the feed pipe for the three different liquid rates. A slight difference was found to exist between the predicted and experimental responses. This is believed to be due to that the straight line $Y = 4 \times$ is partially unable to present the pertinent vapour-liquid equilibrium relation under experimental conditions. This difference could have been almost totally eliminated had the stripped mixture been chosen to give a straight line pseudo-equilibrium relation[2]. It is also clear that the deviation is mainly in the static characteristics of the stripping column, the shape of the experimental and predicted curves being similar, but indicating different potential values for the same feed conditions.

It is noted that all the curves of Fig. 5 representing the effect of a step change on the compositions of the effluents of the column, for the various chosen values of the volatility α and the ratio L/V, all had the same expected pattern in which the composition changes from the initial value until it settles assymptotically to the final value. It was also clear however, that as the ratio of L/V increased from 1 to 2 to 2.5, a step change would result in a more gradual change of composition, i.e. in a longer time before the final values were attained. This fact is clearly true for all 3 tried relative volatilities both for the top vapour and the bottoms.

Another clear trend obvious from the set of curves of Fig. 5 is that the response of both the top and bottom products to a step change is faster with higher values of α i.e. for the same values of L/V such compositions will respond and attain equilibrium in a shorter time as α increases from 2 to 4.



(Fig. 3) Effect of L/V & α on the composition of liquid and Vapour on the various plates.

steel column, 10" in diameter with 5 plates spaced at 10" apart. Each of the 5 plates was fitted with a single bubble cap of diameter $3\frac{1}{2}$" having a riser $2\frac{1}{4}$" and a single downcomer pipe $\frac{1}{4}$" in diameter. A mixture of acetone-water was used because the X-Y relation existing under actual operating conditions has been already determined by the writers for this particular tower and system. The steam was fed through valve V9 and its flow accurately controlled. The pressure at the top of the column was fixed at 770 mm.Hg. by manipulation of valve V_{11} connected to the condenser. The condensate and bottoms were continuously drained, the latter being withdrawn through valve V_1

To operate this system, feeds having compositions of 0.072 and 0.129 were charged into tanks F_1 and F_2 each in one tank, then the feed valves were closed. Compressed nitrogen from cylinder C was admitted to F_1 and F_2 through the valves V_5, V_6 and V_7, to lift the liquid into the two overhead tanks T_1 and T2 to a suitable level.

During normal operation, the valve V_8 was adjusted at an opening giving adequate constant feed rate under the head "h" measurable by the rotameter R. A constant head in tanks T_1 and T_2 depended on manibulating valves V_2 and V_1, while valves V_3 and V_4 were kept either fully open or fully closed.

The technique of imposing a step change in the feed composition to the stripper from Z_{F1} to Z_{F2} consisted of closing V_8 while simultaneously opening V_4. At the same time minor adjustments of V_2 were carried out to keep the level in the sight glass of tank T_2 constant.

The system was first started up with the feed composition $Z_{F1} = 0.072$ and time allowed until equilibrium was completely reached when the steady-state compositions of liquids and vapours were ascertained by analysing samples from the plates. These correspond to the composition at time t = 0. After imposing a feed-composition change from Z_{F1} to Z_{F2}, samples from the top vapour and the bottom product were withdrawn for analysis at suitable intervals.

RESULTS AND DISCUSSION.

(a) Static Response :—

Application of the above proposed methods to obtain the sets of steady-state composionsti on every plate for each of the nine cases of Table 1 resulted in the construction of the curves of Fig. 3. It is clear that the graphical and analytical solutio s are almost identical. The analytical method lends itself to greater accuracy, while the graphical method has the advantage of providing an insight into the behaviour of the system.

It is obvious from this set of curves that the compositions (mass fraction of the more volatile component) on the plates are significantly dependent on both $\frac{L}{V}$ and α, always increasing with an increase of L/V for all values of α. Also the increase in composition with L/V for various volatilities varies from plate to plate. The first and second plates show that the rate of increase of composition with L/V decreases as L/V increases and as the volatility increases.

The third plate shows the same trend at low values of α, but as α increases, however, the rate of increase of composition with L/V increases (instead of decreasing as in the first two plates) with the increase of L/V.

Plates 4 and 5 showing the same trend further, exhibit a rate of increase of composition with L/V hich rapidly increases with a decrease in relative volatility.

Equation (16) may be used to evaluate the static response of steam strippers for the particular case where the operating line is parallel tgethe equilibrium curve.

(ii) *Graphically :* A graphical trial and error procedure which is in fact a modification of the McCabe-Thiele method is also proposed as follows :—

1.—Draw the equilibrium line.

2.—Draw the operating line with the proper slope (L/V) starting at a suitable composition for the bottom product. Then steps are constructed in between ZF1 and X5.

3.—If the steps obtained do not correspond to the five trays of the system, the procedure is repeated after drawing a new parallel line from another X5 value, until the steps become exactly 5. This fixes the steady-state compositions on the various plates.

Fig. (1) shows the correct trials for case 8 of table (1) when the feed compositions of 0.072 and 0.129 are used.

(b) **The response curves :—**

Theoretically, the transient behaviour of the unit can be followed up by applying equations (13) and (14) at suitable time intervals. The great deal of laborious calculations involved prompted us to mechanize them using an I.C.T. type 550 electronic calculator together with an I.C.T. type 906 tabulator. For this purpose the above equations were unfolded into simple arithmetic operations, then the informations were converted into punched cards for processing into the calculator. The results were obtained on punched summary cards which, when inserted into the tabulator, resulted in tables printed on paper. Space limitation prohibited the inclusion of any sample calculations. programming charts or operation diagrams However, application for any such information is welcome.

APPARATUS AND PROCEDURE :

To determine the experimental transient response of a steam stripper for comparison with theory as explained above, the column shown in fig. (2) was used. It consisted of a stainless

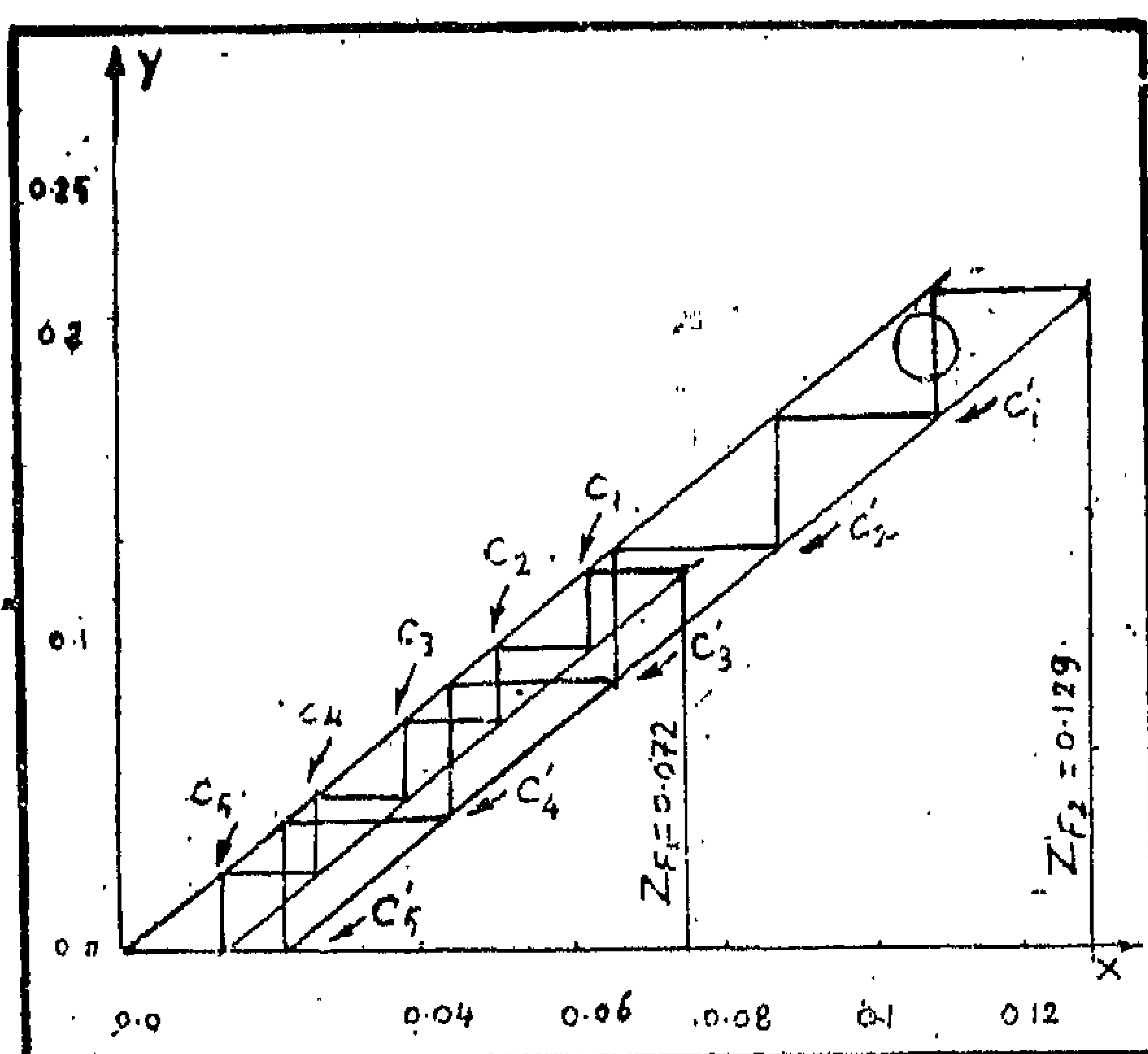


Fig. 1 Correct trials giving the compositions on the various trays when the feed composition Z_F = a-0.072 & b-0.129

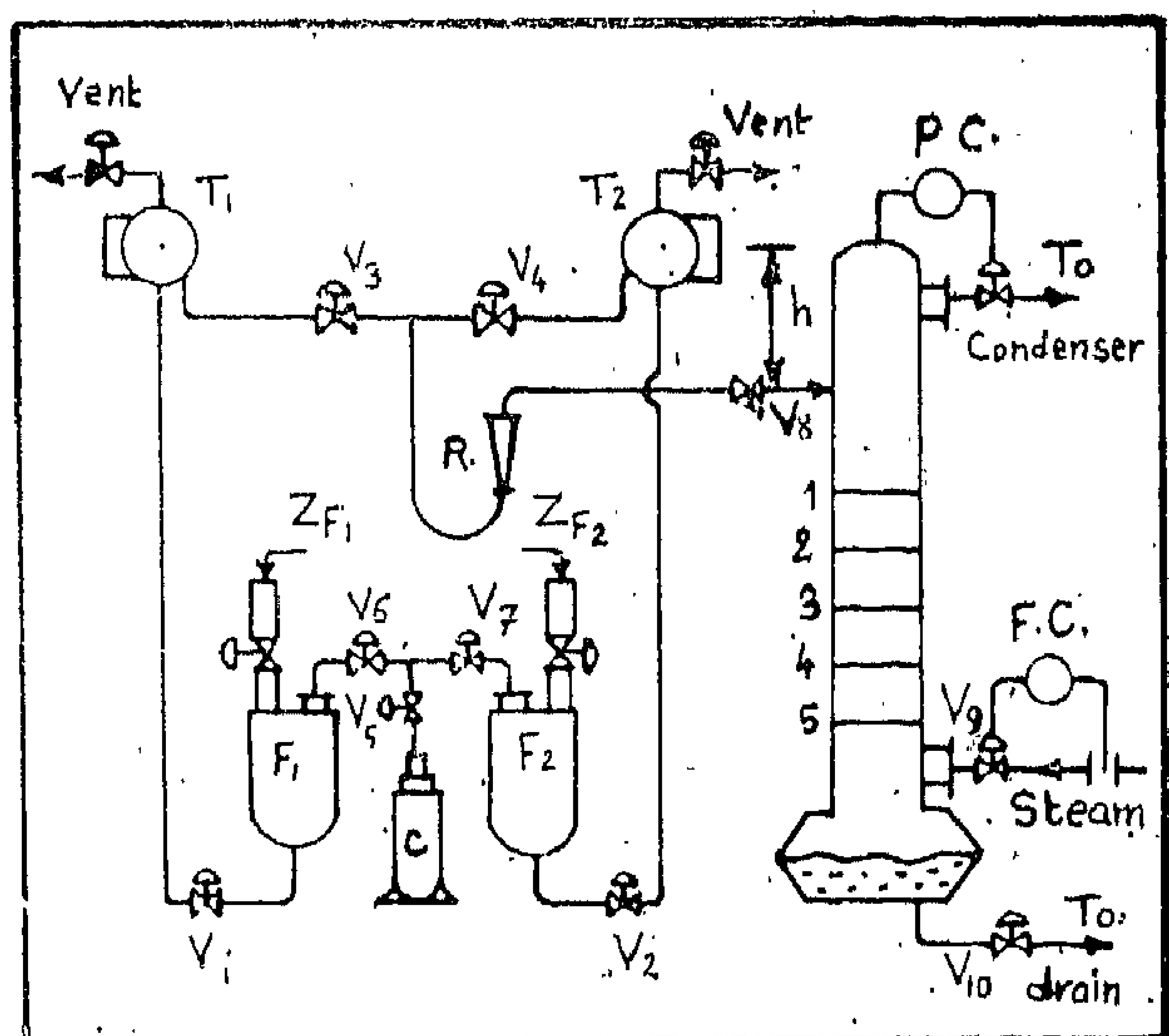


Fig. 2 Experimental Set-up

Table (1)
The nine investigated cases

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9
α	4	4	4	3	3	3	2	2	2
(L/V)	1.0	2.0	2.50	1.0	2.0	2.50	1.0	2.0	2.50

PLAN OF WORK :

The static and dynamic responses of a strippre are expected to be aPected by the following factors :—

A.—The feed to steam ratio $\frac{(L)}{(V)}$. This corresponds to the slope of the operating line.

B. The relative volatility. In our cases (α) represents the slope of the equilibrium line.

For this purpose the nine sets of values of L/V and α outlined in table (1) were used in conjunction with the above three equation (12), (13), and (14). The results were worked out on an electronic calculator in a fashion outlined later.

Also, the first three settings of table (1) were tried out experimentally using a column described below.

To be able to compare theoretical and experimental results together, the computations were made for liquid holdups experimentally determined for different feed rates. The steam imput was, also kept constant, throughout both computations and experiments, at 0.132 Kgs/min. The initial and second feed compositions Z_{F1} and Z_{F2} were chosen at 0.072 and 0.129 mass fraction of the more-volatile component, respectively .

CALCULATIONS :

(a) **Statistic characteristics :—**

In order to obtain the dynamic solution of the stripping column transients, initial conditions have to be specified. In our case, these correspond to the steady-state operating concentrations at each plate for a feed composition of 0.072. These were obtained in two different ways :—

(i) *Analytically :* By application of equation (12), the steady-state compositions on each plate may be readily computed for any feed composition. This method is very accurate and gives the result by direct subsittution. In instances like case 8 where $\frac{L}{V\alpha\text{-}1}$, equation (12) will take the form :

$$C_n = \frac{(1)^{N+1} - (1)^n}{(1)^{N+1} - 1} Z_F$$

which represents indeterminate quantities. To evaluate this fraction, use is made of a well known extension of Cauchy's formula. By differentiating both numerator and denominator differentiating both numerator and denominator of the R.H.S. of equation (12) we get :

$$\lim_{c \to 1} C_n = \frac{(N+1)\ (c)^N\text{-}n\ (c)^{n-1}}{(N+1)\ (c)^N} Z_F$$

$$= \frac{N\text{-}n+1}{(N+1)} Z_F \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

This formula expresses the composition in terms of the plate number n, feed composition Z_F and the Lalpace transform variable (s) which is also included in a1 and a2. This equation can be used to determine static conditions when the feed composition tends to steady-state constant values. This can be carried out before performing the inverse transformation.

The Steady-state equation :—

Applying the final value theorem to equation (10) we have :—

$$\lim_{t \to \infty} (X_n(t)) = \lim_{s \to 0} s\, x_n(s)$$

$$\text{But} \quad a = c + 1 + d\,s$$

and when $s \to 0$, $a = c + 1$ whereby,

$$a_1 = c \quad \text{and} \quad a_2 = 1 \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

The significance of equation (11) is that the values of a_1 and a_2 approach constant values when $s \to 0$. This means that the last two terms in equation (10) also approach constants and their product of multiplication by s, to make them correspond to the R.H.S. of the final value theorem, will tend to zero. After inserting the steady-state values of a_1 and a_2 as given by equation (11) and using the final value theorem, we get :—

$$\lim_{t \to \infty} (X_n(t)) = \frac{c^{N-n+1} - 1}{c^{N+1} - 1}\, c^n\, Z_F$$

$$X_n \Big|_{ss} = C_n = \frac{(L/V\alpha)^{N+1} - (L/V\alpha)^n}{(L/V\alpha)^{N+1} - 1}\, Z_F \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

Equation (12) describes the static response of steam strippers and can be used to estimate the steady-state operating compositions.

Dynamic Response :—

The most important compositions are those of the products, namely the overhead vapour leaving the top plate Y_1 (t) and the lean water contituting the stripper bottoms. The transient response of these two streams has been obtained by performing the inverse transformation of equation (10). This was found[4] to give :—

$$Y_1(t) = \frac{-2c\alpha}{d(N+1)} Z_{F_2} \sum_{K=1}^{N} (-1)^k \sin\frac{\Pi k N}{N+1} \sin\frac{\Pi k}{N+1} \left\{ \frac{(\exp(s_k t) - 1)}{s_k} \right\}$$
$$\frac{-2\alpha}{N+1} \sum_{k=1}^{N} (-1)^k \sin\frac{\Pi k}{N+1} \sum_{j=1}^{N} C_j (c)^{1-j} \sin\frac{k(N-j+1)}{N\ 1} \exp.(s_k t) \ldots (13)$$

$$X_N(t) = \frac{-2(\sqrt{c})^{N+1} Z_{F_2}}{d(N+1)} \sum_{k=1}^{N} (-1)^k \left\{ \frac{\sin \Pi k}{N+1} \right\} \frac{(\exp(s_k t) - 1)}{s_k} \frac{-2}{N+1}$$
$$\sum_{k=1}^{N} (-1)^k \sin\frac{\Pi k}{N+1} \sum_{j=1}^{N} C_j (\sqrt{c})^{j-N} \frac{\sin k_j}{N1} \exp(S_k t) \ldots\ldots\ldots (14)$$

where s_k is given by :

$$s_k = \frac{-1}{d}\left(c + 1 - 2\sqrt{c} \cos\frac{\Pi k}{N+1}\right) \ldots\ldots\ldots (15)$$

$$k = 1, 2, 3, \ldots, N$$

Equations (13) and (14) can now be used to predict the transient response of stripping colums.

TH-ORETICAL APPROACH.

The model for this study has been selected to be a steam stripper consisting of N plates, with the feed consisting of a light component dissolved in water while open steam is being introduced below the bottom plate. Vapour leaving the column constitutes the lighter component rich phase while the liquid flowing from the tower bottom is the lean water phase, which is usually recycled to some sort of a scrubber or absorber unit.

Assumptions :

The following four simplifying assumptions are made :

(1) The vapour velocity in a stripping column is by far greater than the corresponding liquid velocity. Therefore, the weight holdup associated with vapours in the column may be considered negligible in comparison with the liquid holdup.

(2) The liquid holdup on a plate is perfectly mixed and is the same for all plates.

(3) The pertinent equilibrium curve is assumed to be of the form:

$$Y_n = \alpha X_n$$

It has been found out that there appears to be very small time lags associated with the mass-transfer operation itself[3]. This means that the above static equilibrium curve can be used to indicate the time variation in the composition is varying. Hence the dynamic equilibrium relation may be written as :—

$$Y_n(t) = \alpha X_n(t)$$

(4) The Lewis assumptions leading to equal overflows of liquid and vapour are supposed to hold.

From a practical standpoint, as long as the feed is introduced as a saturated liquid, most strippers approximate to these assumptions.

Basic Equations :—

An unstready state material balance for a plate will be as follows :

$$L X_{n-1}(t) + V y_{n+1}(t) = L X_n(t) + V Y_n(t) + h \frac{\delta}{\delta t}(X_n(t)) \quad \ldots\ldots(1)$$

The equilibrium relation is :—

$$Y_n(t) = \alpha X_n(t) \quad \ldots\ldots(2)$$

Combining (1) & (2)

$$L X_{n-1}(t) - (L + V\alpha_n) X(t) + V\alpha X_{n+1}(t) = h \frac{\partial}{\partial t}(X_n(t)) \quad \ldots\ldots(3)$$

The boundary condition describing the top of the column could be stated as :—

$$X_0(t) = Z_{F2} \text{ for } t \geq 0 \quad \ldots\ldots(4)$$

The boundary condition corresponding to the lower tower terminal is given by :—

$$Y_{n+1}(t) = 0 \text{ (Steam composition)} \quad \ldots\ldots(5)$$

The initial conditions are described by

$$X_n(0) = C_n \quad \ldots\ldots(6)$$

Applying a Laplace transform to equatiou (3), (4) & (5) respectively, we get. :

$$x_{n+1} - a x_n + c x_{n-1} = - c_n . d \quad \ldots\ldots(7)$$

$$x_0 = Z_{F2}/s \quad \ldots\ldots(8)$$

and

$$x_{n+1} = 0 \quad \ldots\ldots(9)$$

It has been shown[4], that the solution of equations (7), (8) & (9) is given by :

$$x_n(s) = \frac{(a_2^{N-n+1} - a_1^{N-n+1})}{(a_2^{N+1} - a_1^{N+1})} . (c)^n . Z_F/s$$

$$+ \frac{d}{(a_2 - a_1)} . \frac{(a_2^{N-n+1} - a_1^{N-n+1})}{(a_2^{N+1} - a_1^{N+1})} \sum_{j=1}^{n} C_j (c)^{n-j} (a_2^j - a_1^j)$$

$$+ \frac{d}{(a_2 - a_1)} . \frac{(a_2^n - a_1^n)}{(a_2^{N+1} - a_1^{N+1})} \sum_{j=n+1}^{N} C_j (a_2^{N-j+1} - a_1^{N-j+1}) \quad \ldots(10)$$

THE TRANSIENT BEHAVIOUR OF STEAM-STRIPPING COLUMNS.

By

M.A. SALEH, Ph.D., C.Eng., A.M.I. Chem. E.,

And

M.A. EL-RIFAI, B.SC. Hons.

Chemical Engineering Department, Cairo University.

ABSTRACT.

The transient behaviour of steam-stripping columns is investigated by following the change taking place in the composition of the product streams during the time through which a plate-type column is transfered from one steady-state operating level to another. Theoretically-obtained response curves are compared with experimental results carried out on a 5 plate pilot plant scale column using an acetone-water mixture.

Nine different cases are treated in order to determine the effect of the relative volatility of the mixture handled and the rate of saturated liquid feed upon the behaviour of such units.

The results of this investigation are summarized in a number of graphs which demonstrated vividly the effect of the various operating conditions on both the static and dynamic responses of steam-stripping columns.

INTRODUCTION.

The transient behaviour of both cross-current and conntercurrent stagewise absorption and extraction equipment has first been treated mathematically by Lapidus and Amundson[1]. By assuming that a linear equilibrium relation exists between the two phases, they used a Laplace Transform method to solve their dynamics' equations. They also suggested that their approach could be extended to include other stagewise problems. Wilkinson and Armstrong[2] actually extended this approach to distillation by considering the unsteady-state behaviour of a simple rectifying unit operating at total reflux on a vapour feed coming from an evaporator. They also assumed a linear equilibrium relation between the liquid and vapour, and hence examined, both analytically and experimentally, the column's response following a step change in the composition of the vapour feed.

In this study, it was decided to use the same approach to predict the dynamic behaviour of steam-stripping columns, and to compare the theoretical results obtained with the experimental findings. It was also thought that an investifgation of the effect of operating conditions on both the static and transient behaviour of steam strippers would be highly desirable.

EDITING COMMITTEE

INFORMATION

- The editors welcome for puplication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretarial at the address of the Egineering Society at Cairo.

... ... SUBSCRIPTIONS ... ...

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T.60 per annum.

Subscription for others P.T.200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,
28, Ramses Avenue, Cairo, Tel, 52106

ADVERTISEMENTS

Sole agents for advertisements to be inserted in this-periodical:

Moassasset Misr for Prrinting and Publication,
19, Str., Souk El Tawfikieh, Cairo,
Tel. 72192

JOURNAL OF

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS

U. A. R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

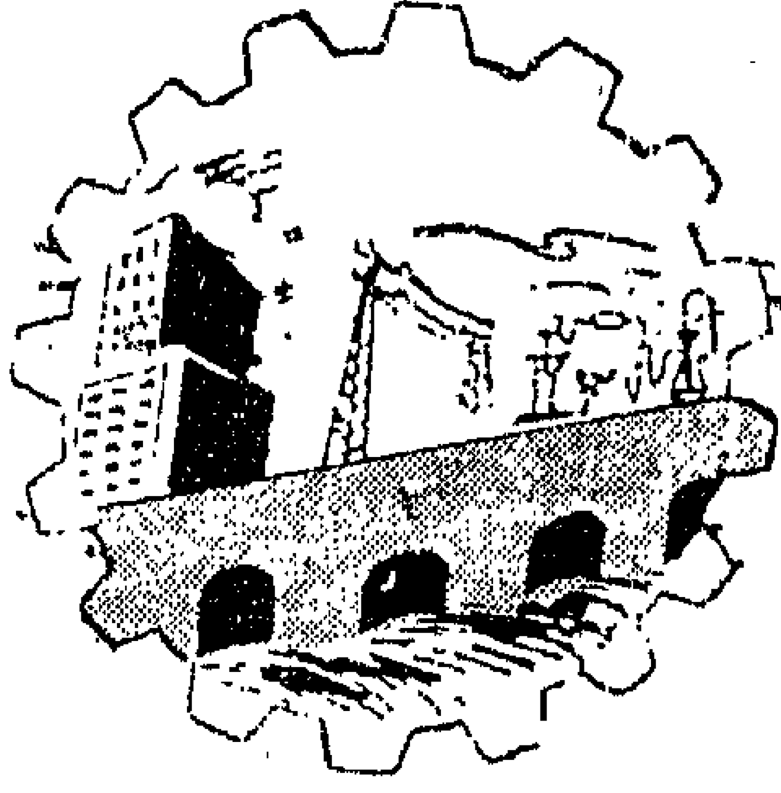
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS — U.A.R., CAIRO

Vool. IIV — No. 1 - Jan. - Feb. - March 1967

CONTENTS

ENGLISH SECTION

ARABIC SECTION

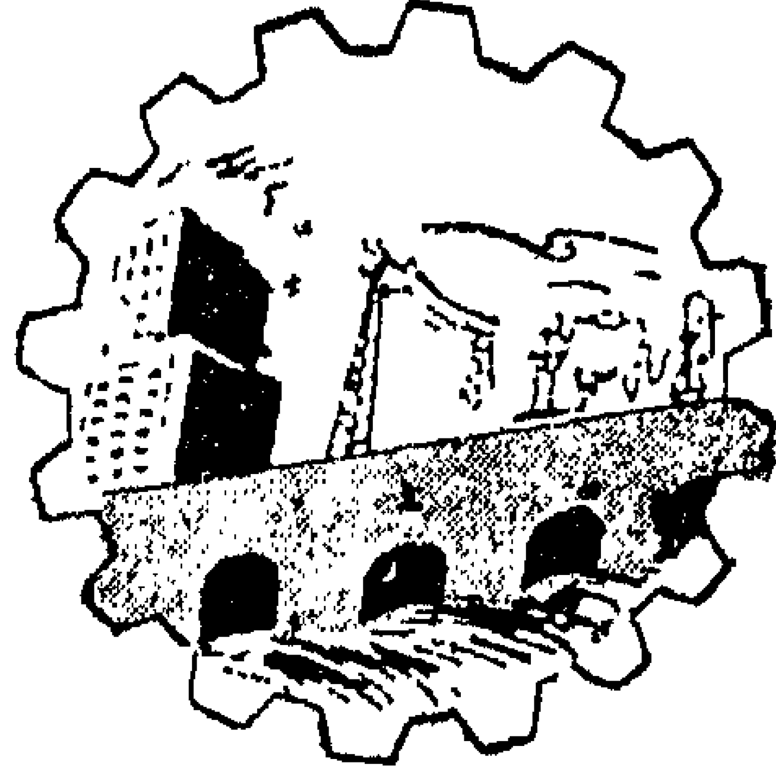


JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U. A. R.

Jan. - Feb. - March 1967

VOL. IIV

No. 1



مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العدد الثانى — المجلد السادس — ابريل — مايو — يونية ١٩٦٧

مجلة

جمعية المهندسين

المصرية

مجلة علمية هندسية — تصدرها كل ثلاثة شهور جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة السادسة | العدد الثانى | ابريل – مايو – يونيو ١٩٦٧

محتويات العدد

بيـانات :

مقر المجـلة :

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٩١٠٦٢

الاشتراكات :

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوى :

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	٦٠ ص	٢٠٠ ص

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية ، أى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر وتعبر عن رأى كاتبها فقط

لجنة التحرير

تقـديم

ان النشـــاط الذى ساد جامعاتنـا فى مطلع هذا العام نشاط فريد وظاهرة عميقـة المغزى تستحق التسجيـــل لأنه :

- **لم يكن مجرد نقاش حول القوانين واللوائح الجامعية .**
- **لم يكن مجرد بحث فى مناهج الدراسة وساعاتها .**
- **لم يكن اجتماعا مغلقا لقلة من المسئولين .**
- **لم يكن نشاطا منعزلا للجامعيين ، بعيـدا عن زملائهم فى مواقع العمل الوطنى الأخرى .**

وهو يستحق الدراسة والتسجيل ، لأنه كان :

— نقاشا واسع المدى ، بدا من البـداية وجرى داخل اطار واضح المعالم لشكل المجتمع ودور الجامعات فيه .

— دراسة لسياسة جديدة للتعليم الجامعى ، تكون أقـدر على الوفاء بآمال المجتمع العربى العريضـة ، وبعيدا عن متاهات التفاصيل والنقاشات الجانبية .

— عملا ديمقراطيا ، بكل ما فى الكلمة من معنى ، شارك فيـه الجامعيون فى كل مواقـع العمل وعلى كل مســتويات المسئولية . ولقد سرت الآراء فيه صعودا من القاعدة الى القمة بخلاصة دراسات الأقسام والكليـات فى الشهرين الأخيرين من العام الماضى ثم عودة الى القاعدة بآرائها على شكل سياسة مقترحة واسئلة محددة مطروحة للنقاش فى المؤتمرات النوعية التسع التى انعقدت فى شهر فبراير الماضى .

— عملا على مستوى المسئولية الاجتماعية ، شارك فيه ــ وعلى طول امتداده ــ زملاء للجامعيين من قادة العمل فى مجالات الانتاج والخدمات ، ايمانا من الجامعات بأن علمها لمجتمعها يعطيه ما يملك من قدرات ويسخر كل طاقاته فى دفع عجلة التقدم .

ولقد كان للدراسات الهندسية ، بحكم وثيق ارتباطها بقدرة المجتمع العربى على بناء حياته الكريمة على دعامة راسخة من التقدم العلمى والتكنولوجى ، وضع مبرز فى هذا النشاط يستحق بدوره اهتماما خاصا من رجالات الهندسة فى العالم العربى كله .

من اجل هذا كله رات لجنة التحرير أن من واجبها أن تنقل الى قرائها سجلا أمينا دقيقا لهذه الأحداث . ولقد وضعته أمـام خلفيته الطبيعية داخل الاطـار التاريخى الذى يبرز مغزاه ، ويوضح حقيقة ما دار فيه .

وحرصا من لجنة التحرير على أن يبقى هذا العدد وثيقة تاريخية تزداد قيمتها بمرور الزمن آثرت أن يجىء خلوا من التعليق على الأحداث التى يسجلها أو من متابعة ما ترتب عليها من نتائج . ولا يعنى هذا ابدا اننا نقلل من اهمية التعليق او المتابعة .

ان حقيقة الامر على العكس من هذا تماما ، فهو تأكيد للأهمية الفائقة التى نوليها للنقد البناء لفكر المؤتمرين وقراراتهم ولدراية المهندسين جميعا بما يجـرى داخل جدران جامعاتنا .

وتامل لجنة التحرير أن ينجح هذا العدد التسجيلى الخاص فى :

— اثارة اهتمام جمهرة القراء بأمر التعليم الجامعى الهندسى .

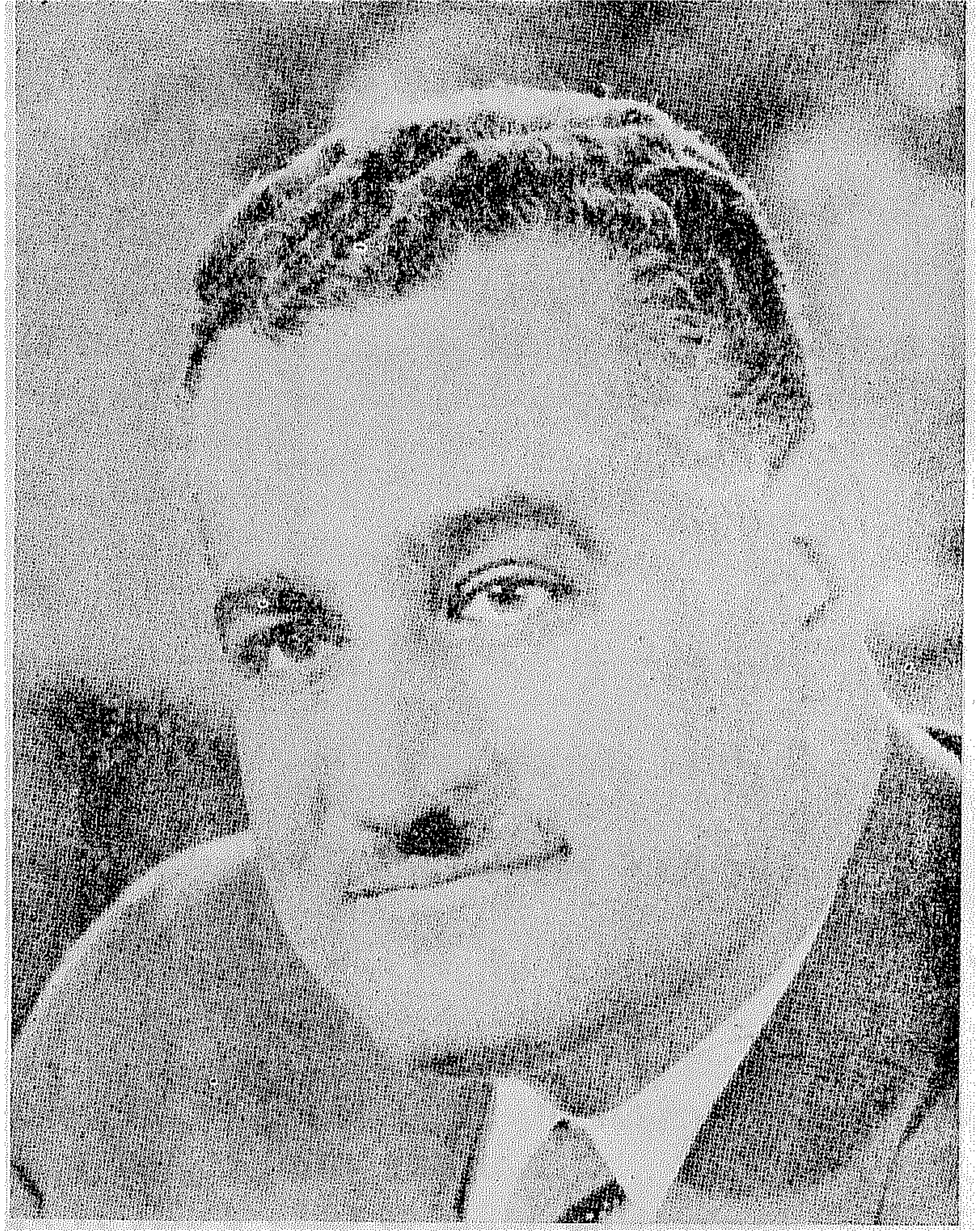
— بدء حوار عميق طويل للقضايا التى أثارتها المؤتمرات ولغيرها من القضايا الهامة.

— حفز الجهود لعرض ودراسة معالجة بلاد العالم الأخرى لأمور التعليم الهندسى ونقدها وتحليلها .

ولن تتوانى لجنة التحرير عن افراد قسم خاص من المجلة للتعليم الهندسى متى وضح اهتمام قرائها بهذا الامر الحيوى ، بل انه ليسعدها ان تحتضن هذا النشاط وأن تنميه حتى يترعرع ويشتد عوده ويحس بحاجته للانفراد بمجلة خاصة له .

وفقنا الله فى نضالنا لبناء مجتمعنا ورفعة شان بلادنا .

لجنـة التحـرير



خطاب السيد الرئيس جمال عبد الناصر فى عيد العلم

(٦ فبراير ١٩٦٧)

أيها الاخوة .

باسمكم جميعا أعبر عن سعادتنا باشتراك الرئيس عبد الرحمن عارف معنا فى هذا العيد .

أيها الاخوة .

تبقى مناسبة عيد العلم دائما بين اغلى المناسبات التى انتظرها كل عام .. حريصا على حضورها .. ساعيا الى المشاركة فيها .. سعيدا وراضيا .. مليئا بالاطمئنان على غد أمتنا .. واثقا أن حركتها الى أمام ماضية فى طريقها .. متوجهة الى المستقبل ثابتة الخطى .. متأهبة لاحتمالاته العظيمة .. مستعدة للقائها .. قادرة على التأثير فيها بمقدار ما تتأثر بها .

وهذه هى الصورة الأمينة لحيوية أية أمة من الأمم .

اننا لا نستطيع فى الحكم على اية أمة من الأمم أن نجمد حركة الزمن نفسها .. ثم نحكم على هذه الأمة عند موقعها الذى تكون فيه حين نظرتنا اليها .

مثل هذا الحكم يصبح ظالما .. ينسى أن التخلف كان على الكثيرين فرضا مفروضا ..

وانما نقيس حيوية اية أمة بحركتها للخلاص من اسباب تخلفها اولا — ثم بحركتها للأخذ بأسباب التقدم ثانيا .

لا يتوقف الزمن ولا تتوقف الحياة ..

ونحن هنا فى عيد العلم : ما الذى نراه فى حقيقة الأمر ؟ ..

اذا حللنا الصورة التى نعيش معها هذه المناسبة كل عام .. فاننا نجد ما يلى :

موكب العلم يسير ..

والتفوق والامتياز يتقدمان الصفوف ..

وأجيالا من الشباب طالعة ومتجددة ..

ثم مجتمعنا يحس بذلك كله ويقدره .. ويعبر عن ذلك من خلال ارادته التنفيذية المتمثلة فى الدولة .. وهذا بدوره يعطى قوة دافعة تعين على الاتصال والاستمرار ..

معنى ذلك أننا هنا .. فى هذا المكان من كل عام .. نطل – فى حقيقة الأمر – على حركة التقدم ذاتها .. ونراها رأى العين ونشحن بالتفاصيل معها آمالا كثيرة تجيش فى قلوبنا .

ويقوى من آمالنا هنا ادراكنا بأن النضال الواعى لأمتنا قد أحاط حركة التقدم فى وطننا بضمانات عزيزة ..

أن عماد التقدم فى بلادنا الآن .. علم بلا طبقية .. علم بلا احتكار .. علم بلا كهنوت ..

علم مفتوح للجميع .. ومن أجل الجميع .. كل بقدر استعداده .. وكل بمدى جهده .. وكل بحدود طاقته ..

ذلك جانب من الصورة حققناه ويستتبعه جانب آخر لابد أن نحققه ..

اذا كان النضال الواعى لأمتنا قد جعل العلم للجميع .. فان الوعى النضالى لها لابد أن يستتبع ذلك بجعل العلم للمجتمع .. أى بالوصول الى العلم الملتزم .

وأقول على الفور .. ان العلم الملتزم ليس معناه أن نطلب الى العلماء ترديد الشعارات أو أن يتركوا أماكنهم فى الجامعات والمعامل لالقاء الخطب .

ليس ذلك هو العلم الملتزم .. وذلك لو سقطنا فيه يصبح طفولة ساذجة فى تصور المعنى الحقيقى لالتزام العلم ..

العلم الملتزم فى أى وطن من الأوطان هو العلم الذى يتسع لآمال هذا الوطن .. ومعنى ذلك أنه يعيش فيها .. وانه يعانيها .. وانه قادر على خدمتها .. هو باختصار العلم الذى لا يكون السؤال الأول على لسان أصحابه هو : كم أخذنا ؟

وانما يكون السؤال الذى يسبقه هو : كم أعطينا ؟

ان أية عملية حساب بسيطة كفيلة بأن تظهر الثمن الفادح الذى تدفعه الجماهير لكى تصل بواحد من أبنائها الى العلم المتقدم .. فاذا بلغ مكانه وتصور أن وصوله اليه يعطيه الامتياز .. ولا يفرض عليه التزاما .. فلقد وقع فى الخطأ والخطيئة ..

خطأ الحساب .. ثم خطيئة الجهل الاجتماعى ..

ان القيمة الحقيقية .. الفعلية والاجتماعية .. لأى فرصة تتاح لواحد منا .. هى أن يتحول بكل ما أخذه الى مصدر عطاء للذين أتاحوا له ومكنوه وحققوا امتيازه .. والا فهو شجرة عقيمة عاشت من الأرض وارتوت بعرق السواعد .. وأحاطتها الرعاية بكل أنواعها .. وامتلأت بشعاع الشمس .. ثم لم تعط فى النهاية زهرا أو ثمرا .. أو ظلا ! ..

ان الأخذ من المجتمع بغير عطاء .. أستغلال .. والنمو على حساب الجماهير .. ثم التخلى عن خدمة آمالها .. هروب .

وليست هناك تعلة تقبل التنصل من التزام العلم مهما كان منطقها .. والمنطق الوحيد المقبول هو النضال لتذليل أية عوائق واخضاعها لكى يستطيع العلم أن يقدس نفسه بالالتزام .

وفقكم الله .. والسلام عليكم ورحمة الله



كلمة السيد المهندس محمد صدقى سليمان

رئيس الوزراء

فى حفل ختام مؤتمرات التعليم الجامعى والعالى

(٢٣ من فبراير ١٩٦٧)

أيها الاخوة :

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

تابعت باهتمام بالغ أعمال مؤتمركم هذا ،آملا أن يسفر التقاء القدرات الذهنية المستنيرة عن مبادىء وأساليب نستطيع بتطبيقها أن نمد التعليم الجامعى فى بلادنا بقوى دافعة تعبد الطريق أمامه سهلا مستويا لينطلق الى أهدافه .

أن مؤتمركم هذا ، بداية طيبة لتبادل الرأى الحر النابع من المعرفة ، وسبيل مفتوح لممارسة ديمقراطية الفكر على مستوى عدل وطنى تعلق الأمة انظارها به فى مرحلة الانطلاق العظيم ألتى تجتازها ، ايمانا منهـا بأن الجامعات هى مراكز الاشعاع الفكرى الهادى الذى تنمو فيه ولائد الأمل نموا صحيا لتتجسد حقيقة فى دنيا الغد ... ان الأمل قدرة على التصور ، وما دامت هذه القـدرة هى التى يسعها ، حين تشاء ،ان ترسم الصورة المشرقة للمستقبل ، فان العلم وحده هو المجرى السوى الذى تمضى ، ويجب أن تمضى ، على تياره الدافق قدرات تصورنا لغدنا الأمثل .

ولكم ملأنى بغبطة تخالج شعورى الآن ، وتزيد فى تفاؤلى ، انى رأيت هذا المؤتمر قد أتاح لقاء ـ طالما تمنيته ـ بين علمائنا فى شتى فروع المعرفة ، وبين أقرانهم فى دوائر البحث العلمى ومعاهده ، وزملائهم قادة قطاعات العمل على اختلاف أنشطته

الاقتصادية والانتاجية والاجتماعية . فما كان أعجب أن تعيش هذه الهيئات ، التى تنشر العلم وتنميه وتستخدمه ، فى عزلة بعضها عن بعض كأنما قد حيل بينهـا بحواجز مصطنعة ... واذا كان لهذا المؤتمر من فضل الجمع بينها ، وتنظيم التقائها الأول ، فاننى لأرجو أن يكون لقاؤها هذا حلقة أولى فى سلسلـة لقاءات قابلة مستمرة ، تتوالى دائما لتكون سبيلا الى تضافر الجهود العلمية والسـير فى تعاون ، لا لخدمة الجامعات وحدها ، بل لخدمة المجتمع كله .

ايها الاخوة :

لقد طالما تعالت أصوات عدة ، فى جنبات أرضنا الطيبـة تنادى بأن ارادة التغيير ، التى مست بعصاها السحرية معظم جوانب الحيـاة فى هذا المجتمع ، يجب أن تعرف طريقها الى تعليمنا الجامعى باعتباره منبع العلم الذى يهدى الى العمل العلمى ويقوده .. يجب أن تشق اليه كل مسلك ومنفذ .. يجب أن تفرض عليه نفسها من خلال تعديل مناهجه .. تطوير أساليبه .. اشاعة الروح الجامعى وتوطيد الصلة بين الأستاذ والطالب .. الكشف عن البراعم التى تنبىء عن مواهب ممتازة .. اتاحة البحث العلمى ودعمه .. خلق مدارس علمية لدينا لها طابعها وشخصيتها بين مدارس الفكر العالميـة .. هذه الدعوة المدوية ، قد تعالت بها اصوات رفعها بلا ريب اخلاص عميق تكنه نفوس اصحابها لهذا الوطن ، وغيرة مشتعلة على حاضره ومستقبله ، وتطلع متلهف الى تحقيق أمنياته ، وتقدير مدرك دقيق لأوضاع قائمة لا ينبغى أن تظل حبيسة الركود .. ولكننى ــ مع ذلك ــ أقول لكم : ان مجرد الرغبة فى التغيير ليست تبريرا كافيا للتغيير . ان أى تغيير لا يضع امامه هدفا يلتزم به ، يضىء له طريقه اليه ، ويحدد غرضه منه ، ليس فى حقيقته سوى تبـديل غير واع وعشوائى قصـاراه أن يأكل الجهد والوقت لأنه حركة فى فراغ ... ومن هنا فان التغيير الذى ننشده فى الجامعات لا بد له فى المقام الأول أن يعرف هدفه ويحدد أبعاده ويلقى عليه أضـواء لا تخفى تفاصيله ، ويحسب الخطا لبلوغه ، ثم يخطط لكل الامكانيات والطاقات التى تملك القدرة على الانطلاق نحوه .. ثم يتابع سيرها ، ويراجعه ، ليعدل مسارها أو يوسعـه كلما اقتضت ضرورة . ثم يقيس : دائما ، مدى تقدمها وسرعتها الى الغاية ...

فما هو اذن هدفنا من التغيير ؟

نحن نؤمن بالعلم خصيصة انسانية ركبت فى طبائع البشر وامتازوا بهـا على الخلق كله ، ومن هنا فاننا نؤمن بأنه أمانة فى أعناقنا علينا أداؤها بحقهـا لمجتمعنا وللحضارة وللانسانية .. نحن نؤمن كذلك باتساع طاقة العلم ليشتمل الحياة كلها فى نطاقه ، ويرعاها ، ويغذوها ، ويطورها لتلائم البشر فى كل مكان وزمان ، وتخدم خيرهم وتعزه ، ولتصبح اليق بالانسان ، وأجدر بأن تعاش .. ومن ثم فان علينا

ارتقاء ــ بحياتنا ودعما لانسانيتنا ــ أن نستهدى بالعلم فى كل عمل نأتيه ونحن نتدرج ــ فكرا أو فعلا ــ فى مراحل ثورتنا الاشتراكية البناءة . فالعمل الثورى ، فى حقيقته ، عمل علمى . والمواطن الذى « يعرف ويعلم » هو المواطن الذى يستطيع أن يرتفع ــ معنويا وماديا ــ الى متطلبات مجتمعه ، فيستغل ، بهداية العلم وتوجيهه ، كل الطاقات التى حباه بها ربه ، فى نفسه وبيئته ، ويخضعها لمشيئة التقدم ، من أجل تحقيق الخير له ، وللاجيال ، لوطنه ، وللبشر ...

على ذلك ، فان قدرتنا على امتلاك ناصية العلم ، والتمكن من فروعه ، ومتابعة تطوره فى مختلف ميادين النشاط البشرى ، هى وحدها فرصتنا لازالة كل رواسب التخلف التى ــ خلال ماض طويل مجدب ــ تراكمت ، وتركت صداها على كثير من جوانب مقوماتنا الاقتصادية والاجتماعية .. فالتنمية العلمية ، والفكر العلمى الثاقب ، والتخطيط العلمى السليم هى عدتنا فى معركة التخلف . وحشد قوانا العلمية البشرية هو نقطة البداية فى النصر . ولست أود أن يفهم أننى أعنى بتلك القوى المعلم وحده دون أن أعنى الدارس المتعلم ، فان هذا معناه أننا نتنكر لغدنا ولا نعمل له . وما دامت الطبيعة قد أودعت فينا بذرة الاجيال القادمة ، فان علينا اذن أن نهيىء لهذه الاجيال ، من الآن ، دورها المقبل ، ونعدها له . ومن هنا فان قوانا العلمية البشرية المعبأة للنضال ، يجب أن تشمل العالم والمتعلم على السواء . لأن الأول هو الذى يصنع يوم هذا الوطن ، والثانى عليه أن يصنع غده ...

ودعونى أتساءل ، أيها الاخوة ، ونحن نعرف قيمة العلم وجدواه ، ما هى الجامعات فى نطاق هذا المفهوم ؟ .. ما مسئوليتها ؟ .. ما هو الدور الذى عليها أداؤه ؟ .. ما كنه العلم الذى يجب أن تقدمه ؟ ..

المعالم التى وضعها أمامنا ميثاق العمل الوطنى فى هذا الصدد كفيلة ــ بوضوحها وبروز سماتها ــ أن تحدد لنا النهج الذى ينبغى أن نسير فيه ، وأن تضع فى أيدينا طرف خيط الهداية ...

ــ فالجامعات ليست أبراجا عاجية . ولكنها طلائع متقدمة ، تستكشف للشعب طريق الحياة .

ــ ومسئولية الجامعات ومعاهد البحث العلمى فى صنع المستقبل لا تقل عن مسئولية السلطات الشعبية . ان السلطات الشعبية ، بدون العلم ، قد تستطيع أن تثير حماسة الجماهير ، لكنها بالعلم وحده تقدر على العمل تحقيقا لمطالب الجماهير .

ــ ان العلم هو السلاح الحقيقى للارادة الثورية . ومن هنا الدور العظيم الذى لا بد للجامعات ، ولمراكز العلم على مستوياتها المختلفة أن تقوم به .

ولعلى أزيد الصورة وضوحا اذ استعير من أقوال السيد الرئيس كلمة قالها ، فأوجز فيها الدور الطبيعى واللازم للعلم فى صنع اليوم وفى صنع الغد على السواء ... اذ قال :

ـــ من الضرورى أن يقوم العلم ، فى جميع المجالات ، بدوره كضوء كاشف أمام حركة المجتمع وعلى طريق مستقبله .. وليس معنى ذلك أن يقتصر العلم على المشاكل المباشرة ولا يتعداها . اننا لا نخطو بالأمانى بمجرد تبين مواقع أقدامنا ، وانما الرؤى البعيدة لها نفس ضرورة الرؤى القريبة .

أيها الاخوة :

على هذا الأساس ، واسترشادا بالمبادىء التى ألمت اليها نستطيع أن نتبين أن العلم الذى يجب أن تقدمه لنا الجامعات ينبغى ــ بدءا ، وفى المقام الأول ــ أن يستوفى شرطا أساسيا لا يستطيع بغيره أن يحقق أمانته وينهض بالتبعة التى هيأته لها طبيعته . ينبغى أن يكون العلم ملتزما . ينبغى أن يكون للحياة . فالتزامه ازاء المجتمع وازاء أهدافه هو الذى يمكنه من أداء رسالته الحقة ، ويمنعه أن يتحول الى مجرد محاولات عقيمة تتخبط به فى فراغ المجهول ..

ومهمة العام فى هذا المجال لا بد أن تبــدأ بخلق تكوين فكرى موحد وملتزم ، داخل اطار المبادىء والقيم السائدة فى مجتمعنا الاشتراكى ، ضمانا لتوفير وعى سياسى كامل يعرف مسئوليته ، وتمكينا لقدرات الأفراد فى الانصراف الى تحقيق أهداف المجتمع . والجامعات بوضعها وامكانياتها الذهنية والفكرية ، تستطيع الاسهام الجاد فى خلق التكوين المنشود ، كما تستطيع أيضا أن ترعى التقدم الفكرى فى البلاد وتقوده اذا هى أبرزت للمواطنين قضايانا العامة ، وألقت ضوءا مرشدا على قيم مجتمعنا الجديد ووضعتها فى أسلوب علمى يرتكز على الاقناع .

كذلك فان النشاط العلمى ينبغى أن يذيب الجليد الذى يشكل حاجزا ضخما بينه وبين المجتمع ، لكيلا يعيش فى معزل عن حياة الجماهير ... على هذا النشاط أن يبارح صومعته .. عليه أن يأخذ مكانه فى الصف بين سواه من أنشطتنا فى مجالات السياسة والاقتصاد والرعاية الاجتماعية وغيرها من جوانب العمل الوطنى ونواحى حياتنا اليومية .. عليه أن يوثق صلته بمجتمعه ، ويندمج فيه ، ويتنفس مشكلاته وحاجاته ، ليتقدم ــ مسخرا كل قدراته العلمية والفنية ــ بما يستنبطه حلا لأى مشكل ، وسدا لأى حاجة ..

على أن الانصاف يقتضينى ، فى هذا المقام ، أن أقرر أن مطالبة الجامعات بالمبادرة الى سلوك مسلكها الحق يخشى أن تصبح نوعا من دعوة عقوبة هى أشبه بضجيج صدى يملأ الأذن ولكنه لا يحمل اليها الا ألفاظا تتكسر مقاطعها وتضيع دلالاتها المعبرة فى دوى الرنين ... وليس يحملنى على خشيتى هذه أننى أحسب الجامعات أصغر من الدور الذى نفترضه لها ، ونعلق بها أداءه ، ولا أنها ستتوانى عن الاستجابة لما ندعوها اليه ... ولكننى ــ انصافا وعدلا ــ أجد لزاما على أن أقول أن الجذوة لا تتقد الا فى بيئة صالحة ، وان الشعاع لا ينبىء عن نفسه ولا يظهر نشاطه الا اذا أتيح له وسط مناسب يسرى خلاله . وكذلك الحال فى المواهب الذهنية والملكات الفكرية ، اذا هى لم توفر لها الظروف التى تستطيع أن تضمن لها البقاء ، والحركة ، والنمو ، والتوالد ، فانها ستركد وتخمد ، وتفقد قدرتها على الانطلاق الى دنيا الناس ..

واذن فاننا هنا ، فى مؤتمركم هذا ، مطالبون بأن نعد من الأسباب والوسائل التى تهيىء للجامعات ــ اذ هى مراكز فكر وبحث ــ كل ما يحقق لها تطوير نفسها

لتلائم دورها المرتقب ، ويفىء عليها الجو الذى تستطيع أن تتنفس فيــه مهمتها الحقة . ولقد تتفاوت الآراء تجاه تناول هذه الوسائل ، تقديما لبعضها على بعض ، وتختلف على أيها تكون له الصدارة فى قائمة الاعداد ، ولكنها جميعا بلا ريب تتفق على عدة عناصر ، هى التى تشــكل الهيكل الكامل للجامعة . واذا كنت أبدأ الآن بالمدرس ــ عنصرا أولا من هــذه العناصر ــ فلأننى لا أراه فحسب ، فى التطوير الذى أتصوره ، مجرد ناقل للعلم الى مجموعة من تلامذته يلقنهم اياه ، ويحاسبهم على ما استوعبوه منه آخر العــام ، بل لأننى أراه أبا روحيــا لهم ، وقائدا علميا وسياسيا ، يرتاد لهم ، وبهم ، آفاق الكشوف الذهنية . لا يلقن بل يقنع . لا يجمع لهم شوارد المعرفة ، بل يدفعهم ــ بحب البحث ــ الى التنقيب عنها . لا يمــلأ عقولهم بما استظهره ووقع عليه فى حياته العلمية ، بل يخلق فيها وعيا به ، ورأيا فيه ، واحاطة بجدواه على أولئك الذين يردون مناهل العلم ، وعلى حياة مجتمعهم وأمتهم ، تنمية لاحساسهم بالمسئولية تجاه هذه الحياة ، وبدورهم المفروض فى نقلها الى الأفضل .

اننا لا نؤمن بأن التعليم الجامعى غاية ينتهى عندها شوط العقول الدارســة وتتجمد حركتها . فما هو بغلاف يطوى بين دفتيه النشاط الفكرى . ولا هو بشأو العلم وقمته . ولكنه فى حقيقته نقطة بداية ومنطلق لملكات الذهن وقدراته التى نروضها فى جو الجامعات لتندفع الى آفاق المعرفة الفسيحة ... انه مفتاح المعرفة لا المعرفة . واذا كان على المعلم أن يغرس فى نفوس تلاميذه هذه الحقيقة ، ويتعهدها لتنمو وتثمر ، فان علينا تجاهه أن نهيىء له هو أيضا المناخ الذى تستطيع معارفه وخبراته أن تبرز فيه ، وتنشط ، وتحقق مهمتها . ولست أعنى بهذا المناخ مجرد « وسط » علمى تتوفر فيه الأسانيد والمراجع والمعامل والأجهزة والمكتبات وما اليها من نوافل تراث الفكر الانسانى وأوساطه . ولكننى أعنى أيضا ، وفى المقام الأول ، الجو النفسى الذى تشيع خلاله ثقتــه بيومــه ، واطمئنانه الى غده اذ هــو انسان يشغله من كلفة الحياة ومطالبها بما قد يضع على عاتقه ثقلا يحد من قدرته على الحركة ، أن ينحرف بذهنه ــ عنوة وحتف رغبته ــ الى التشاغل بمشــكلات عيشه اليومية عن الرسالة التى التزم بها ونذر لها جهده وملكاته ... ان أية ثغرة مادية فى حياة المعلم خليق بها أن تكون منفذا لانحراف غير مأمون العاقبة ينــال من حماسته ، ويلقى رمادا على جذوة اهتمامه بدوره التعليمى . ولقد تؤدى به الى ابتداع وسائل يدعم بها مستواه المعيشى بعيدة كل البعد عن شرف رسالته ، قد تضم ألوانا من اتجار رخيص بعلمه ...

ولا جدال فى أنكم تتفقون معى على أن من أهم العوامل الكفيلة ببث الثقة واشاعة الطمأنينة فى نفوس المعلم ــ ضمانا لاقباله على عمله ، والتفرغ له ــ هو استحداث أسلوب للمفاضلة بين أعضاء هيئة التدريس ، يقــدم الفاضل ويؤخر المفضول ، على أساس ثابت من العــدل والحيدة النزيهة ، ويكون معيار التفضيل فيــه هو الاقتدار العلمى الى جوار يقظة الوعى ومقومات القيادة التى تحتمها طبيعة تطورنا الثورى ، ويقتضيها دورهم فى النهوض بمجتمعهم وتنشئة أجياله الصاعدة .

من جانب آخر ، أيها الاخوة ، فان المجتمع ــ الذى ينفق على الطالب طوال سبعة عشر عاما على الأقل حتى يتخرج فى الجامعة ــ من حقه علينا أن نقدم له عناصر ناضجة يتم اعدادها علميا وسياسيا لتأخذ دورها الطليعى فى النهضة ، وتشــارك بحق فى مجالات تخصصها .

ومع ذلك فقد وضح لى — وانا أراجع بالأمس مع السيد وزير العمل قائمة خريجى الجامعة والمعاهد العليا فى العام الماضى لتوزيعهم على وحدات العمل — أن ثمة مفارقات مؤسفة فى هذا التوزيع نتيجة لوجود أعداد من الخريجين ، فى بعض التخصصات ، فائضة عن حاجة العمل الفعلية ، نضطر الى الحاقها بأعمال لا تمت لتخصصاتها بأى صلة .

لقد كان من جراء قرار الدولة بتعيين كافة الخريجين أن نما عدد الطلاب فى بعض الكليات والمعاهد نموا غير طبيعى ولا حاجة لنا به . وانى لأعتبر أن توظيف الخريج فى غير تخصصه له أثر سيىء على نفسه يشعره بعدم جدوى ما حصل ، الا أن يكون مجرد جواز مرور الى وظيفة . وفى يقينى أن تعليما هذا هدفه لا يمكن أن يكون الا واجهة علمية زائفة ، وشجرة عقيمة بلا ثمر .

واذا كان السير على قاعدة عريضة فى التعليم عامة ضرورة اقتضاها العدل الاجتماعى ، اتاحة لفرصة بين أبناء الوطن كافة ، فان سياسة التعليم الجامعى يجب أن يحكمها منطق الكيف لا منطق الكم . ولست أعنى بهذا أن نحد من نموه ، ولكننى أعنى أن توسيع قاعدته يجب أن يقترن بالتنسيق بين مكونات هذا النمو وبين احتياجاتنا فى تطورنا الاجتماعى والاقتصادى . ومن ثم فانه لا بد لنا من معايير دقيقة لانتقاء الصالحين من الطلاب فى مختلف فروعه وحجب من عداهم عنه وتوجيههم وجهات مناسبة . ولا شك فى أنكم لا تختلفون معى على أن هذا النوع من التعليم ، بالصورة التى نأملها ، يتطلب أن يتوفر فى طلابه — بكل فرع منه — نوع من استعداد خاص يستند الى قدرات ذهنية معينة لا يستعصى كشفها بوسيلة أو بأخرى ، كما يتطلب أيضا اعدادا جادا لهذه القدرات لتعرف طريقها الى مجالات البحث والتحصيل ، ثم تدريبها من بعد لتطبيق ما تعلم على ما يجب أن تعمل ، كى تصبح فى مستوى يجعل منها قوى دافعة لتطورنا فى مختلف ميادين النشاط البشرى ، وروادا فى آفاق المعرفة الى مستقبل علمى مزدهر . ولست أشك فى أن من حق هذه القدرات على الدولة ، أن تتيح لأصحابها مزيدا من العلم ، وفرصا مفتوحة ومستمرة ، لتحصيل كل مستحدث وجديد فى فروع تخصصهم ، عن طريق دراسات عليا ومتقدمة ، نظرية وعملية ، تنظمها الجامعات ، أو ببرامج تدريبية تزيد صقلهم وتضيف الى خبرتهم . والحكومة وهى تعنى الآن بالتدريب ، تضع فى حسابها أن تعد برامج من هذا النوع لخريجى الجامعات على تعدد أجازاتهم العلمية وعلى اختلاف مستوياتها ، كما ستعد أيضا برامج للفنيين والعمال المهرة . وهى من أجل تحقيق ما تريده ، تطالب الجامعات ودوائر البحث العلمى ومعاهده أن تسهم بجهدها فى هذا السبيل .

أيها الاخوة :

إن الشعار الذى علينا أن نرفعه فى هذا المقام ونلتزمه ، هو كلمة السيد الرئيس جمال عبد الناصر :

— علم مفتوح للجميع ، ومن أجل الجميع ، كل بقدر استعداده ، وكل بمدى جهده ، وكل بحدود طاقته .

ولا أود أيها الاخوة أن أتطرق هنا الى تفصيلات تتشعب بها مسالك البحث ويطول الحديث . ولكننى أجد لزاما على أن أقرر أن عملية انتقاء من تقبلهم

الجامعات فى رحابها مهمة لن تستقيم أو تؤدى الى نتائج مثمرة ما لم تكن مناهج الدراسة فى المراحل السابقة للتعليم الجامعى أرضا قادرة على استنبات براعم صالحة له تستطيع أن تنمو فى جوه ، وتفيد منه ، وتضع حصائل معرفتها فى خدمة المجتمع . ومن هنا فانه لا بد لنا من اعادة النظر فى مناهج تلك المراحل ، وتطويرها التطوير الذى يجعلها روافد تغذية تيسر له تحقيق رسالته . ومشاركة رجال الجامعات فى هذا التطوير أمر لا بد منه .

على أن هذا لا يجب أن يحجب عنا وجوب تناول مناهج الدراسات الجامعية نفسها بما يحقق أهداف مجتمعنا فى جوانب التنمية المختلفة . وما دامت متطلبات خططنا وطبيعة تقدمنا تدعونا الى النهوض بالبحوث العلمية ، واعداد فنيين وخبراء فى شتى العلوم ذوى مستويات عالية يسهمون بها فى تطوير العمل واتقانه ، تحقيقا لما نصبو اليه ، فان مناهج الدراسة وأساليب البحث يجب أن تكون على مستوى هذه الأمنية . وفى يقينى أن قطاعات العمل والانتاج ينبغى أن تكون ذات دور فعال فى تخطيط سياسات البحث والدراسة ، وفى الاشراف أيضا على تنفيذها ضمانا لتحرك قوانا العلمية فى اتجاه أهدافنا ، وفى خدمتها ، بالأسلوب العلمى السليم .

اضيف الى هذا ، أن الربط بين معاهد البحث ومراكزه فى الجامعات وفى خارجها ، هو السبيل السوى الذى تفرضه طبيعة مهمتها — وانى لأعتقد أن اجتماعات منتظمة فى مجالس نوعية بين رجال الجامعات والبحث العلمى وقادة العمل فى كل فرع من فروع تخصصهم ، يمكن أن تكون وسيلة مثمرة لمتابعة تطوير أساليب التعليم بمرونة ملاحقتها لأحدث النظم والمناهج فيه ، توفر لنا فى كل وقت خريجين فى التخصصات التى تتطلبها خططنا ، وتتفق واحتياجات المجتمع ، فضلا عما يثمره توالى اللقاءات بين هذه القدرات العلمية العالية من تبادل المستحدث من البحوث ، والتعاون معا — بالجهود المشتركة ودون تكرار ولا ازدواج فى على طرق أبواب كشوف جديدة ، تخدم العلم والعمل على السواء .

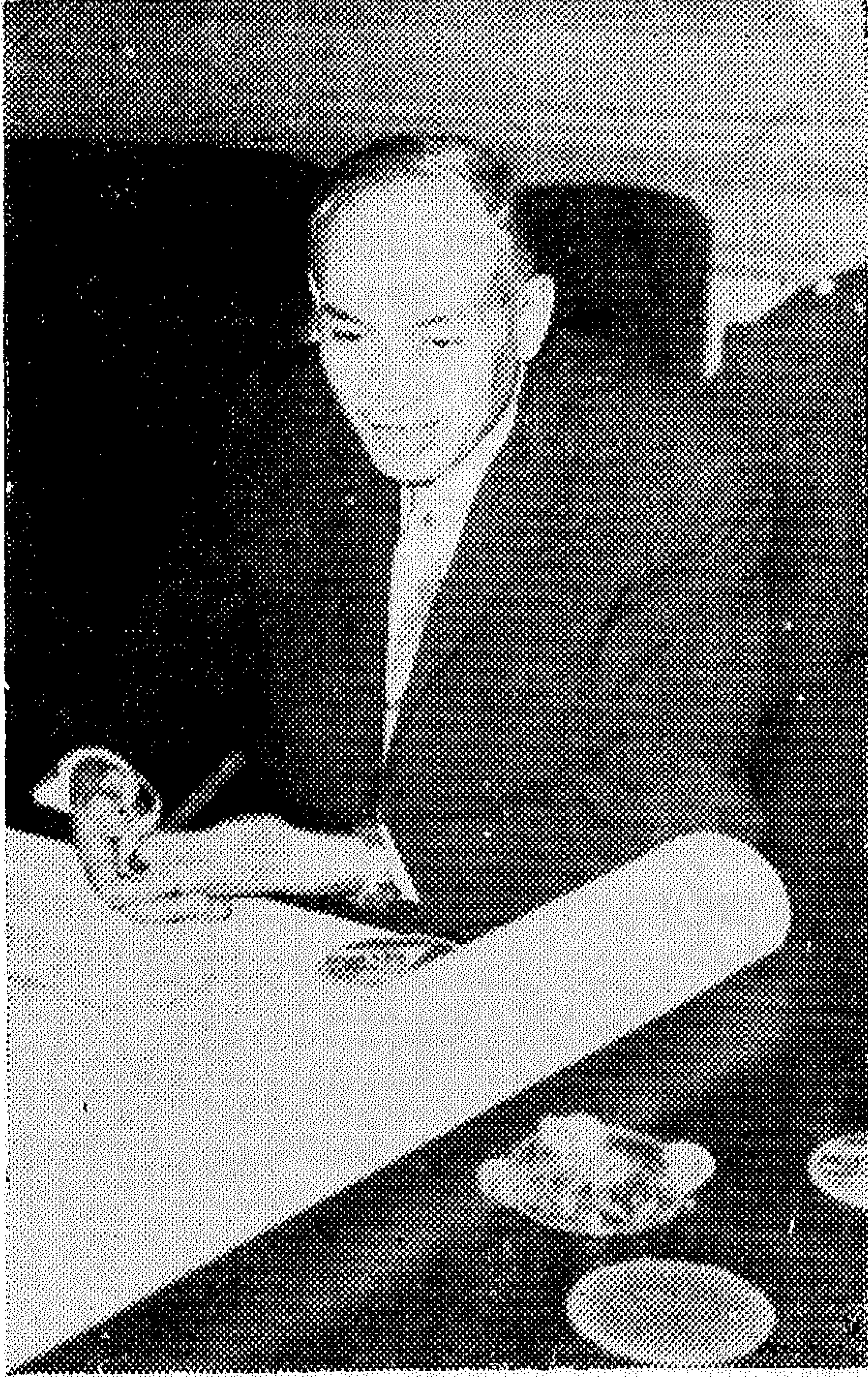
ان احتياجات المجتمع فى المرحلة القادمة تتمثل فى أمرين جوهريين هما العمل على زيادة الانتاج ورفع الكفاية الانتاجية . ومن ثم فلا بد من تضافر الجهود للعمل على تحقيق هذين الهدفين ، ضمانا لتوفير العمالة الماهرة اللازمة لخطط التصنيع ، ولتخريج فنيين وأخصائيين فى شتى المجالات

وبعد ، أيها الاخوة :

فانى أقدر لكم اتجاهاتكم البناءة التى اسفرت عنها مناقشاتكم ، اذ عرفت من خلالها انكم تؤمنون بأن عملية التطوير يجب أن تكون مستمرة ، وفى اطار مرن ، متابعة لمتطلبات خططنا .

وأشكر لكم جهدكم . وفقكم الله .

والسلام عليكم



كلمة السيد الأستاذ الدكتور محمد عزت سلامة

وزير التعليم العالى

فى حفل افتتاح مؤتمرات التعليم الجامعى والعالى

(٢ فبراير ١٩٦٧)

انه ليسعدنى أن احضر معكم مؤتمرنا هذا الذى ينعقد فى هذه الصورة المتكاملة لنناقش ونبحث مستقبل التعليم العالى والجامعى ، استجابة منا الى حديث السيد الرئيس جمال عبد الناصر فى عيد الثورة الماضى الذى دعا فيه الى بذل اهتمام كبير فى المرحلة القادمة بالجامعات ، من أجل تخريج الجيل الجديد الذى نعتمد عليه فى البناء ونعتمد عليه أيضا فى القيادة السياسية . ولقد طلب سيادته يومها من الجامعات أن تتحمل مسئوليتها كما جاء بالميثاق وتكون كطلائع متقدمة تستكشف الشعب طريق الحياة .

وقد تحركت الجامعات ومعاهد التعليم العالى بعد هذه الاشارة العميقة من زعيم البلاد وقائدها ــ فشهدت الجامعات خلال الشهور الأربعة الأخيرة لقاءات واسعة مستمرة اضطلعت بها التنظيمات العلمية والسياسية ودعت اليها الاقسام والكليات والمكاتب التنفيذية للاتحاد الاشتراكى العربى بالجامعة .

ولقد ألهب حماس الجامعيين وزاد من اصرارهم على بلوغ الهدف تفضل السيد الرئيس فى خطابه عند افتتاح مجلس الأمة فى أواخر نوفمبر الماضى ، بالاشارة بصفة خاصة الى الجامعات والدعوة الى أن يمنحها الشعب كل عناية ورعاية بغير حد .

ولقد أكد خطاب السيد الرئيس أن الجامعة هى أكبر الضمانات لآمال المستقبل كله وأبرز ثقة المجتمع فيها وايمانه بدورها ورسالتها ، ودعى الى تحقيق ذلك على النحو الصحيح بتوفير كل الامكانيات المادية للجامعات وتحقيق حريتهـا الفكرية فى خدمة مجتمعها .

ولقاء اليوم هو بداية لبلورة واعية لكل ما طرح من فكر ودار حوله نقاش هادف بناء . وخلال المؤتمرات النوعية التسعة التى ستبدأ عملهـا اليوم سيجرى حـوار عميق حول قضايا حيوية وهامة تتعلق بكيان الجامعة وهيكلها وموقفها من مشاكل المجتمع . ولقد تلاقت رغبة الجامعة فى سبيل فتح الباب لكل فكر ولكل رأى مع آمال المجتمع فانعقد العزم على أن تأخذ مؤتمرات التعليم الجامعى بسياسة الباب المفتوح . فيشارك فيها الوزراء وأصحاب الفكر ورجال التطبيق فى كافة نواحى النشاط الذى تذخر به دولتنا الحديثة . كما تشارك الأجهزة الشعبية والسياسية فى هذا النقاش الواعى — حتى نستطيع أن نحقق وضوحا أكبر للرؤية ونستبين الطريق ليكون العلم ملتزما ازاء المجتمع وازاء أهدافه فيقوم بدوره فى جميع المجالات كضوء كاشف أمام حركة المجتمع وعلى طريق مستقبله .

ولقد كان يسعدنا أن نستمع الى كلمة السيد رئيس الوزراء فى مطالـع هـذه المؤتمرات . ومع دعواتنا لسيادته بشفاء عاجل فيسعدنا جميعا أن نلتقى بسيادته فى ختام مؤتمراتنا لقاء نضع فيه أمامه نتائج حوارنا ونستمع الى ما يلقيه علينـا من مسئوليات ونستبين فكره من أجل خلق الجيل الجديد من الاكفاء المخلصين الذين يتولون القيادة فى جميع المجالات .

وانه ليسعدنى أن أطرح أمامكم بعض الأفكار عن وظيفة الجامعة فى مجتمع مصر الذى خطى خطوات واسعة فى مرحلة التحول من مجتمع متخلف عانى من الاستغلال والقهر والاستنزاف الى مجتمع حقق انتصارات اجتماعية ضخمة منذ أسقط اغلال الاستعمار عام ١٩٥٦ ، وأكد قدرته على الوصول الى عصر الذرة بعد أن فاته عصر الكهرباء وقطع شوطا بعيدا فى الأخذ بالاساليب العلمية نحو التحول الاشتراكى واقامة المجتمع الصناعى بكل مظاهره ومميزاته التكنولوجية الحديثة .

ولعل من أبرز الواجبات التى تقع على الجامعة بصفة خاصة :

١ — اكساب الاخصائيين والمتخصصين مستوى عاليا من المعارف والمهارات بما يتفق مع طبيعة العصر . ويقتضى ذلك أن تكون الجامعة فى موقف تستطيع فيه ملاحقة التقدم العلمى والتكنولوجى السريع الذى يميز الثلث الأخير من القرن العشرين .

٢ — أن تفتح الجامعة بابها للفئات العاملة التى تثبت قدرتها وجدارتها على مواصلة علمنا وتتصدى لمشاكل المجتمع وتؤمن حركة التنمية وتؤصل صناعاتنا الناشئة وزراعتنا الحديثة وتطورها .

٣ ـ أن تفتح الجامعة بابها للفئات العاملة التى تثبت قدرتها وجدارتها على مواصلة التعليم ـ وأن تتيح الجامعة مجالات الدراسة لمستويات مهنية مختلفة وأن تعينها على أن تصبح فى موقف يؤهلها للدراسة الجامعية .

٤ ـ أن تكون الجامعات منارا للفكر الاشتراكى الأصيل والبحث العلمى فى قضايا التطبيق العربى للاشتراكية ومركزا لدراسة مجتمعنا العربى فى ماضيه وحاضره ومستقبله .

كذلك ينبغى أن تعنى الجامعات بالاعداد الفكرى والسياسى لخريجيها بما يضمن تكوين شخصيات واعية لمسئوليتها الاجتماعية وقادرة على الحركة الفعالة فى سبيل تحقيق أهداف المجتمع .

(أ) وفى سبيل ذلك لابد أن نبادر الى ازالة المتناقضات فى هيكل التعليم العالى والجامعى ونعمل على أن يكون البنيان سليما متجانسا تقوم فى اطاره علاقات سليمة تنمى العمل الجماعى داخل الجامعة وفى غيرها من مؤسسات الدولة المرتبطة بالجامعة علميا وفكريا .

ب) ولابد أيضا أن نقضى على الثنائية الحالية فى التعليم ، وأن يتم توحيد التعليم العالى داخل الجامعة . وبالضرورة لابد أن تكون هناك فترة انتقال تعالج مشاكل التوحيد المختلفة .

(جـ) وينبغى أن ندرك امكانياتنا الحقيقية فى توفير هيئات التدريس ووسائل الايضاح وأماكن الدراسة وعلى ضوء ذلك نتفادى الازدواج كلما اقتضت الامكانيات ضرورة التركيز . وعلينا أن نضع نظاما يحقق ذلك ـ بالنسبة للدراسات العليا ودراسات ما قبل البكالوريوس والليسانس على السواء . وقد يكون من الأمور الملائمة أن تصبح الأقسام بدلا من الكليات الوحدات الأساسية التى تكون الجامعات وتحرك نشاطها .

د) ثم انه من الضرورى أن نؤكد صلة الجامعة بمراكز الخدمات والانتاج وقد يتم ذلك عن طريق قيام مجالس نوعية للدراسات المختلفة تلحق بالمجلس الأعلى للجامعات وتمثل فيها قطاعات العمل فيشارك رجال الجامعة رجال الانتاج والخدمات فى توجيه المناهج ووضع برامج البحوث .

ثم انه من الضرورى أيضا أن تنظم العلاقة العلمية بين معاهد البحوث داخل الجامعة وخارجها وبينها وبين أقسام الجامعة المختلفة .

(هـ) ولابد أن تتجه المرحلة القادمة نحو العناية بعقل الطالب والارتفاع بمستوى قدراته على التحصيل والاستقراء والتحليل والاستنتاج . ولابد أن تمنح الجامعة الطالب مفاتيح المعرفة لتمكنه مستقبلا من أن يتصدى لمصادر العلم المختلفة دون الحاجة لتوجيه أو رعاية فينمى بها ذاته ويزودها بالقدرات التى تحتاجها الممارسة الواعية الرشيدة ـ ومن ثم فانه من الضرورى أن ننمى فى مجتمع الجامعة الطالب القارىء والطالب الباحث والطالب الذى يتلمس طريق المعرفة داخل المعامل وبين حجرات المتاحف . ولقد طرح أمام حضراتكم كهدف « التركيز والتعمق » وكيف نصل اليه ، ورعاية الصفوة من الطلاب وكيف نحققها ، وهل هناك مجال للوصول الى هذا الهدف عن طريق انشاء دراسات خاصة تؤدى الى درجة البكالوريوس أو الليسانس الخاصة . كل ذلك يحتاج الى بحث ورأى سعيا وراء مواجهة احتياجات المجتمع من القيادات القادرة ذات الكفاية العالية .

(و) ثم علينا أن ندرك أنه بالرغم من أن جامعاتنا تشكو من الاعداد الكبيرة فان متطلبات المجتمع وما يمليه السباق العالمي الكبير الذي يجرى فى عالمنا اليوم يستوجب منا فى بعض التخصصات زيادة فى الاعداد . وطبيعى أن نوجه اهتمامنا الى ما ينبغى أن نفعله لمواجهة الزيادة فى الإعداد وأن نبحث الكيفية التى تزود بها جامعاتنا بامكانيات التعليم الحديث التى تمنح الطالب فرصا أكبر للاتصال بعقل الأستاذ وفكره .

ثم علينا أن نرى عالم الغد ونحن نعد طلاب اليوم ، وعلينا أن ندرك أن أمامنا واجبا كبيرا يتمثل فى زيادة عدد المتخصصين والباحثين وأعضاء هيئات التدريس . ولابد أن ننظم دراستنا العليا وبحوثنا داخل الجامعة وخارجها لتحقق هدفنا ونصل الى غايتنا .

ولقد طرح عليكم الرأى بأن تكون دراسات البكالوريوس والليسانس دراسات قائمة على قاعدة عميقة من العلوم الأساسية والانسانية ولكنها لا تؤدى الى التخصص الدقيق الا فى أحوال خاصة ، ثم يبدأ التخصص فى مرحلة الدراسات العليا للحصول على الدبلوم أو الماجستير عن طريق دراسة مقررات محددة والتمرس على أساليب البحث .

وتبقى دراسة الدكتوراه على ماهى عليه قائمة على أساس اضافة جديد عن طريق البحث ، وان كانت تقتضى أيضا حضور مقررات دراسية . هذه آراء نطرحها لكم ونرجو أن يسفر اللقاء عن اتجاهات علمية تمكن من معالجة الحاجة الملحة والمتزايدة الى مزيد من المتخصصين والباحثين وأعضاء هيئة التدريس . وتمكن أيضا من توفير الرعاية الكاملة لأبنائنا من المعيدين ومساعدى البحاث الذين نضع فى أيديهم أمانة المستقبل . ومن واجبنا ومن حقهم علينا بل ومن مسئوليتنا قبل وطننا أن نهىء لهم كل فرصة للتخصص .. فهم قيادة المستقبل والأمل الذى يتعلق به غد البلاد .

منهاج العمل :

ان قيام مؤتمراتنا بهذه المهمة الكبيرة يستوجب منا أن نضع منهاجا لعملنا يؤكد الوصول الى هدفنا من هذه اللقاءات الواسعة :

١ ــ فعلينا أن نلتزم فى بداية عملنا هذا أن نفتح السبيل لكى تنطلق كل القوى الموجودة داخل الجامعة فى جميع المستويات وأن نحررها من كل القيود التى تفرض عليها ، وأن يكون طابع العلاقات داخل الأسرة الجامعية هو التعاون المثمر ، وأن نوفر الجهود والطاقات التى تبذل فى مجالات بعيدة عن البحث العلمى واعداد الطلاب علميا وسياسيا .

٢ ــ والواقع أيضا يفرض علينا أن نضع فى ذهننا أن نزيل كافة الصعوبات التى قد تعترض الأستاذ والطالب وتعوقه عن أداء مهمته الأساسية ، وهى مزيد من الاستعداد لمواجهة مشاكل التنمية . وهذا يفرض علينا أن نلتزم بالوضوح والبساطة والمرونة فى القواعد التى نضعها .

٣ ــ علينا ألا ننسى فى غمار حوارنا الحقائق التى تحكم موقفنا وتفرض منطقها علينا :

(أ) فهناك جامعات بها أعداد كبيرة وستظل كذلك مع ادراك من جانبنا وايمان قوى بأن هذه الاعداد لها الحق أن تتعلم وتعد اعدادا يتلاءم مع احتياجات المجتمع .

(ب) مجتمع يتقدم ويتطور بسرعة عظيمة فى المجالات الاقتصادية والاجتماعية ويحتاج الى خبرات الفنيين والاداريين والمفكرين والمشرعين من خريجى الجامعات .

(جـ) افراد وجماعات فى القرى والمصانع تطالب ببذل المزيد من الجهود وعلى استعداد لهذا البذل الا أنها تبحث عن قيادات واعية تقودها فى هذا المجال وتتطلع الى الجامعة لتعطيها هؤلاء القادة .

(د) تقدم ضخم فى المجالات التكنولوجية والانسانية فى جميع أنحاء العالم يستوجب المتابعة والاستفادة منه فى مصانعنا ومزارعنا وفى جميع منشآت الخدمات .

٤ — ثم علينا أن نجيب اجابة واضحة على التساؤلات الآتية وأن نراعى دائما الأوضاع العملية التى تفرض قبول أو استبعاد أى اقتراح لا يتفق مع منطق الواقع والظروف .

أولا — بالنسبة لعلاقة التعليم الجامعى بالتعليم العام :

(أ) ما هو القدر من المعرفة المطلوب توفيره للطالب فى مرحلة التعليم العام لكى يمكن الاستفادة به فى التعليم الجامعى ؟

(ب) وكيف نضمن تحصيل الطالب لهذا القدر بالصورة المطلوبة ؟ هل يحتاج الأمر الى تعاون أكبر بين الجامعة والمخططين لبرامج التعليم العام ، وكيف يمكن تنسيق هذا التعاون من الناحية العملية ؟

(جـ) وهل يشترط للحصول على هذه المعرفة أن يكون الطالب قد اجتاز مرحلة التعليم العام بنجاح ، أم من الجائز أن يعتمد على نفسه فى تحصيلها ويتقدم للجامعة مباشرة حتى ولو لم يحصل على شهادة الثانوية العامة ؟ وعلى الجامعة أن تتأكد من مقدرته على الاستمرار قبل قبوله . وهل تستطيع الجامعة أن تمد اليه يد العون فى سبيل الوصول الى المستوى المطلوب للقبول ؟

(د) واذا أقر مبدأ قبول ذوى الخبرة من العاملين ممن اعتمدوا على أنفسهم فى تحصيل المعرفة اللازمة ، فما هى الخطة العلمية لاختيار هؤلاء والترتيبات التى ستعد داخل الجامعة لتمكين هؤلاء من التحصيل ؟ البعض يطرح فكرة الدراسة بالمراسلة والبعض الآخر يطرح فكرة الفصول المسائية . المطلوب وضع نظام كامل للعمل بالنسبة لهؤلاء .

ثانيا — بالنسبة لدراسات البكالوريوس :

(أ) اذا وضعنا المنهاج الذى يضمن اعدادا أقوى للملتحقين بالجامعات واتاحة الفرصة لكل راغب فى العلم طالما يتوفر له القدر المطلوب من المعرفة ، فكيف نضمن له أكثر قدر من الاستفادة فى سنوات الدراسة المختلفة ، وبعبارة أخرى كيف نحصل من امكانيات الجامعات على أكبر عائد ممكن من حيث الكم والكيف أى من حيث عدد الطلاب الذين يمكن قبولهم ومن حيث مستوى التحصيل ؟

(ب) كيف نتفادى المشكلات التى تترتب على تخلف الطلاب واهمها مشكلة الفراغ الطلاب أو الانقطاع عن المعرفة لفترة ، الى حين النجاح فى علوم التخلف ؟

(جـ) كيف نضمن جدية الطالب فى التحصيل ؟ هل نضع قيودا على استمرار الطلاب الذين لم تتح لهم فرص النجاح من أول مرة ؟ وهل تتخذ هذه القيود شكل الحرمان من الاستمرار أم تتخذ شكلا ماديا ؟ وهل تتم بصورة متدرجة ومختلفة من سنة الى أخرى أم تتخذ شكل قواعد ثابتة تطبق فى جميع مراحل الدراسة الجامعية ؟

(د) كيف نضمن ارتباط الطالب بمجتمعه بشكل عام وبمجتمعه ممثلا فى قطاعات العمل التى سيلتحق بها بعد تخرجه . هل عن طريق التدريب ، وكيف ننظم هذا (أثناء الدراسة ، أم فى الاجازات الصيفية) ؟ وهل يكون التدريب الزاميا أم اختياريا ؟ وهل يكون له وزن فى تقدير درجة النجاح أم لا ؟ وهل يمكن تحقيق هذا عن طريق ادخال تعديلات على طرق الدراسة وعن طريق تخصيص جانب من الساعات للدروس العملية ؟

(هـ) اذا لجأنا الى ذوى الخبرة من خارج الجامعة للمساهمة فى اعداد الطالب لمواجهة الحياة العملية ، فهل يتم ذلك عن طريق ضمهم الى هيئات التدريس كجزء من الأساتذة الدائمين أم فى صورة مؤقتة وجزء من الوقت ؟ وما هى قواعد اختيار هؤلاء ومزايا كل من الطريقتين ؟

(و) وأخيرا ما هو التغيير فى المحتوى وفى طبيعة الدراسة ومدى اتجاهها الى التخصص الدقيق أو التخصص الواسع ؟

ثالثا ـ الدراسات العليا والبحوث :

(أ) لابد من دراسة واعية لنظام الدراسات العليا ومناقشة النظام المقترح لانشاء كلية للدراسات العليا فى كل جامعة يرتبط بها عدد من معاهد الدراسات العليا المتخصصة ، ثم لابد من مناقشة علاقتها بأقسام دراسات البكالوريوس والليسانس ، ثم لابد أن ندرس أنواعها ونناقش سياسة التركيز وتفادى التكرار سعيا وراء جدية وعمق الدراسة وكفايتها ، ولا بد أن نحدد جهد الطالب والأستاذ ونحدد الامكانيات المكتبية والمعملية . وفى سبيل ذلك علينا أن نجيب على التساؤلات الآتية :

ـــ هل يشترط التفرغ الكامل للطالب أم التفرغ الجزئى ؟ وكيف يمكن للجهات التى يعمل فيها الطالب أن تحقق له هذا التفرغ ؟ وما هى شروطه ؟

ـــ هل نشترط التفرغ لكل أنواع الدراسات أم لنوع خاص ؟

ـــ ما هو نظام الدراسة الأمثل الذى يكفل للطالب الاستفادة من وقته اذا ما تفرغ ؟

ـــ هل نأخذ بنظام البحوث أم بنظام المقررات الدراسية مع البحوث فى نفس الوقت ؟

ـــ اذا أخذنا بنظام المقررات فما هو الحد الأقصى لعدد المقررات لكل دراسة ؟

ـــ هل يحتاج التنوع الى توفير امكانيات مادية داخل الكليات والمكتبات ، وكيف يمكن تمويلها ؟

— هل يحتاج الأمر الى أن يتفرغ بعض الأساتذة للدراسات العليا ؟ وهل يتم هذا بصفة دائمة أم بالتناوب ؟ واذا أخذنا بالتناوب فما هى مدته ؟

— الى أى حد يمكن أن تساهم القطاعات الأخرى فى تدعيم الدراسات العليا ؟

وما هى خطة الاستفادة ممثلة فى التزامات القطاعات والتزامات الجامعات ؟

ثم أخيرا وبعد ٤٠ عاما متواصلا من الايفاد للبعثات بالخارج ومع هذه الكفاءات التى تعود من الخارج سنويا لابد وأن نكون قادرين فى كثير من التخصصات على الاعتماد على انفسنا وتزويد طالب الدراسات العليا بما يحتاجه من معرفة . ومن ثم فلا بد من اقامة مدارس وطنية للبحوث والدراسات العليا فى تلك الفروع .

أيها الاخوة :

أن الدول النامية المتحررة والجمهورية العربية المتحدة على وجه الخصوص تواجه ضغوطا سياسية متزايدة تتمثل فى شكل قيود على التجارة الخارجية وتحكم فى أسعار السلع التى تنتجها ، ويزيد من قدرة الدول التى تضغط تلك القوة التكنولوجية والادارية وتلك القدرة فى استخدام الموارد البشرية الضخمة التى تمتلكها والتى تتطور يوما بعد يوم بفضل التقدم فى أساليب البحث العلمى وفى زيادة كفاءتها العلمية بما حققته جامعاتها من تطور جاء من اصرارها على مراجعة نفسها لتكون دائما فى مكان القيادة لكل نشاط اقتصادى أو اجتماعى فى بلادها .

والحقيقة أنه بدون جهد مضاعف وعمل دائم (داخل معاهد العلم ومراكز البحوث) فان قدرتنا على زيادة الانتاج ورفع الانتاجية ستظل دون آمالنا فى تضييق الشقة بيننا وبين من سبقونا فى ميدان التطور والتنمية .

أن الجامعيين والمشتغلين بقطاع التعليم العالى ومعهم العاملون فى كافة القطاعات يدركون هذه الحقيقة ادراكا كاملا ويعلمون أن الموقف يملى الصدق فى الرأى ورفع الحواجز أمام كل محاولات النقد البناء ، ويقبلون على هذه المرحلة النهائية فى سلسلة من الدراسات الواسعة وكلهم تصميم أن يمنحوا الثورة بالعلم سلاحا يدفعها الى التقدم نحو هدفها فى سبيل رفاهية شعبنا العظيم .

لقد عقدنا العزم أن نترجم ما تسفر عنه مؤتمراتنا الى خطة عمل واضحة نمنحها بالتنفيذ العلمى الواعى القدرة على مواجهة آمال الأمة ، وتنال بها الجامعة والتعليم الاستقرار ووضوح الرؤية الذى يجعلها تزرع خيرا وتجنى حصاده قناعة ورضا لا يحسبها ولا يقدرها الا من اتخذ التعليم طريقا والعلم غاية .

وفقكم الله ، وسدد خطاكم ، وكلل مسعاكم بالنجاح والتوفيق .

والسلام عليكم ورحمة الله ...

تقـرير
مؤتمرات التعليم الجامعى والعالى

انعقدت خلال شهر فبراير سنة ١٩٦٧ مؤتمرات تسع ، تمثل مختلف قطاعات التعليم الجامعى والعالى ، هى :

١ ــ الدراسات الطبية .
٢ ــ الدراسات الهندسية .
٣ ــ اللغات وآدابها والفنون .
٤ ــ الدراسات الانسانية .
٥ ــ الدراسات القانونية .
٦ ــ الدراسات الأساسية .
٧ ــ الدراسات الزراعية والبيطرية .
٨ ــ الدراسات الاقتصادية والسياسية والمحاسبة وادارة الأعمال .
٩ ــ الدراسات التربوية واعداد المعلمين .

وقد سبقت انعقاد هذه المؤتمرات ، دراسات مستفيضة للاعداد لها ، واشترك فى عضويتها أعضاء من هيئات التدريس بالجامعات والمعاهد العالية ومؤسسات الانتاج والخدمات ومجلس الأمة ، وممثلون للاتحاد الاشتراكى والهيئات العامة .

وقد خلص كل مؤتمر الى تقرير تضمن اتجاهاته العامة ، ثم جرى التنسيق بينها بما هو معروض فى هذا التقرير العام ، الذى يشمل موضوعات ثلاثة :

١ ــ الهيكل التنظيمى للجامعات .
٢ ــ الدرجة الجامعية الأولى .
٣ ــ الدراسات العليا والبحوث .

اولا ــ الهيكل التنظيمى للجامعات

كان الأساس الذى استقر عليه الرأى فيما يتعلق بالهيكل العام لتنظيم الجامعات ، هو أن تطوير التعليم الجامعى والبحث العلمى عملية « ديناميكية » ، لا تتم مرة واحدة ولمدة غير محددة ، بل هى عملية تسير مع حركة المجتمع فى تطور احتياجاته وامكانياته ، وتجاوز ذلك الى البصر بالمستقبل ورسم خطة له ، وتقتضى دراسة علمية مستمرة من كافة النواحى . ولذلك ينبغى أن يكون الاطار التنظيمى للجامعات على قدر من المرونة ، يسمح بالقيام بهذه الدراسة المستمرة فى كافة القطاعات العلمية ، واحداث التطورات التى تقتضيها حاجاتنا المستقبلة ، كلما توافرت الامكانيات اللازمة .

وعلى هذا الأساس نظر فى الهيكل الجامعى من ناحيتين : البناء الهرمى للجامعات ، والفروع التى يمكن الحاقها بالجامعة .

أولا ــ البناء الهرمى للجامعات :

١ ــ يكون على رأس الهيكل الجامعى « مجلس أعلى للجامعات » يختص بوضع خطة التعليم الجامعى والبحث العلمى ومتابعة تنفيذ هذه الخطة والاشراف عليها . ويرجع فى وضع الخطة الى مختلف الأجهزة الجامعية وسائر الجهات المعبرة عن احتياجات المجتمع خارج الجامعة . ويشكل هذا المجلس برئاسة وزير التعليم العالى ، ويضم مديرى الجامعات

ووكلائها ، ورؤساء المجالس العلمية النوعية، وممثلا لجهاز التخطيط وعددا من رجال مؤسسات الخدمات والانتاج وذوى الخبرة بالتعليم الجامعى ، وأمين المجلس .

٢ — ولما كانت مهام المجلس الأعلى تستلزم وجود اجهزة علمية متخصصة ، تعاونه فى دراسة المسائل التى تدخل فى اختصاصه دراسة نوعية ، فقد رؤى أن تقوم بجانب ذلك المجلس « مجالس علمية نوعية » لمختلف قطاعات التعليم الجامعى .

وتختص هذه المجالس — كل فى قطاعه — بوجه خاص ، بالاشتراك فى اعداد خطة التعليم الجامعى والبحث العلمى ، ومتابعة تنفيذها بعد اقرارها ، والنظر فى مواد الدراسة ومناهجها وطرقها ، واقتراح ما تراه فيها محققا لاحتياجات المجتمع ، واقتراح وسائل التنسيق بين الدراسات والبحوث فى الجامعات ، ووسائل اعداد هيئات التدريس ، وتنظيم التعاون مع مراكز البحوث العلمية الكائنة خارج الجامعة ، والنظر فى معادلة الدرجات العلمية الأجنبية .

وتعرض توصيات هذه المجالس على المجلس الأعلى للجامعات .

وتنظم طرق اتصال هذه المجالس بمختلف الأجهزة الجامعية والجهات المعنية خارج الجامعات على نحو ييسر أداءها لاختصاصاتها .

ولمجالس الجامعات أن تستعين بالمجالس العلمية النوعية لابداء الرأى فى نطاق ما يدخل فى اختصاص هذه المجالس الأخيرة .

ويشكل المجلس العلمى النوعى من عمداء كليات ومعاهد القطاع ، وعدد من أعضاء هيئة التدريس الحاليين والسابقين ، ومن رجال مؤسسات الخدمات والانتاج ، على الا يقل عدد رجال الجامعات (أى العمداء وأعضاء هيئة التدريس الحاليين والسابقين) عن ثلثى أعضاء المجلس .

ويراعى فى تشكيل هذه المجالس تحقيق الاتصال بينها فيما يحتاج الى توفير هذا الاتصال .

٣ — ويلى المجلس الأعلى للجامعات ، فى هيكل التنظيم الجامعى ، مجالس الجامعات .

ويبقى لهذه المجالس اختصاصاتها وتشكيلها المقرر فى النظام الحالى ، فتتولى وضع السياسة العلمية والمالية والادارية للجامعة فى حدود الخطة العامة ويكون لها بوجه خاص ابداء الرأى فى خطة التعليم الجامعى والبحث العلمى ، واعداد مشروع ميزانياتها ، ووضع الخطط التفصيلية فى نطاق الجامعة واصدار القرارات التنفيذية اللازمة لتنظيم العمل فيها ومنح الدرجات العلمية وتعيين أعضاء هيئة التدريس ومختلف شئونهم .

٤ — ويلى مجلس الجامعة مجلس الكلية ، ويقوم بوجه خاص باعداد خطط الدراسة، واقتراح منح الدرجات العلمية ، والاشراف على الأقسام العلمية التى تسهم فى اعداد الطلاب لهذه الدرجات .

٥ — الأصل أن تكون الوحدات العلمية الأساسية فى الجامعات هى الأقسام . ويكون للقسم مجلس يمثل فيه جميع أعضاء هيئة التدريس ، ويتولى الاختصاصات العلمية والمسئولية عن التعليم والبحوث والامتحانات فى مواد القسم . والى أن يتم توحيد الاقسام المتناظرة فى الجامعة الواحدة ، بحسب احتياجات التعليم والبحث العلمى ، تنشأ دوائر علمية لمجموعات الأقسام المتناظرة ، تتولى التنسيق بين مناهج الدراسة ومستوياتها والبحوث العلمية فى الأقسام الداخلة فى نطاقها ، واقتراح سياسة اعداد هيئة التدريس وتدعيمها .

٦ — تحقيقا لربط التعليم الجامعى باحتياجات المجتمع ، واستكمالا للنقص الذى تعانيه الجامعات فى أعضاء هيئة التدريس بها ، يقترح اجازة تعيين أعضاء فى هيئة التدريس « بعض الوقت » ، بشرط أن تتوافر فيهم المؤهلات العلمية المناسبة فضلا عن الخبرة التطبيقية .

٧ — يراعى فى تحديد اختصاصات المجالس الجامعية المختلفة ، التقليل من المراحل التى تمر بها قراراتها لكى تصبح نافذة ، وذلك بتوسيع قاعدة الاختصاصات العلمية والادارية والمالية لمجالس الأقسام والكليات بما ييسر

سير العمل فيها، وأن يشمل ذلك اختصاصات رؤساء الأقسام .

٨ – ان النهوض بالدراسات العليا والبحوث أمر تفرضه ضرورة ملاحقة التقدم العلمى فى جميع المجالات فى عالم اليوم ، وتقتضيه الحاجة الى خلق مدارس علمية تتصدى لمشاكل مجتمعنا، وتؤمن حركة التنمية فيه .

ويتطلب هذا الاستفادة الى أقصى حد من جميع الامكانيات المتاحة ، سواء داخل الجامعة أو خارجها، وأن تنظم دراساتنا العليا وبحوثنا بما يتفادى التكرار فيها ، ويحقق التركيز والجدية وعمق البحث وكفايته .

(أ) ففي داخل الجامعة ، ان الوحدات التى تقوم بالدراسات العليا والبحوث هى الأقسام العلمية والمعاهد النوعية . ومن الضرورى ، تحقيقا للتركيز المطلوب فى الامكانيات المتاحة ، ألا تقوم المعاهد النوعية ، بما تقتضيه من تنظيم ادارى خاص ، الا حيث يتعذر أن يتولى نوع الدراسة المطلوب احد أو بعض الأقسام العلمية التابعة لاحدى الكليات ، بحيث تقتصر المعاهد النوعية على تلك التى يتعين الحاقها بالجامعة ، لا بكلية من كلياتها .

كما أنه من المفيد أن تنشأ فى بعض قطاعات التعليم الجامعى كلية أو أكثر للدراسات العليا ، ترتبط بها المعاهد العليا المتخصصة والأقسام العلمية التى تقوم بالدراسات العليا فى هذه القطاعات . ويكون لكلية الدراسات العليا عميد ومجلس ، يمثل فيه أعضاء هيئات التدريس والجهات المستفيدة من خارج الجامعة . ويخصص لكلية الدراسات العليا اعتمادا فى ميزانية الجامعة ، يوزع على فروع الدراسة التى تشرف عليها . ويتولى المجلس فى قطاعه ، بوجه خاص ، الاشراف على سير الدراسة العليا بالمعاهد والأقسام ، والتنسيق بين البحوث العلمية فيها ، وتنظيم البحوث المشتركة بينها ، ومتابعة نتائج هذه البحوث المشتركة بينها ، ومتابعة نتائج هذه والدكتوراه ، وابرام عقود البحث مع هيئات الانتاج والخدمات التى تتقدم بمشكلاتها الى الجامعة .

(ب) ويجب العمل على إيجاد رباط علمى منظم ، بين الجامعة ومعاهد الدراسات العليا والتكميلية ومراكز البحوث التى توجد خارج الجامعة ، أو ملحقة بمؤسسات الانتاج والخدمات .

فعلى الرغم من أن اعضاء هيئة التدريس بالجامعة، فى الوضع الحالى ، يساهمون فعلا فى هذه المعاهد والمراكز ، الا أن هذه المساهمة تقوم على أساس فردى ، يؤدى الى بعثرة كيان الجامعة ، وعدم وضوح دورها فى هذا المجال ، ولا يحقق الاستفادة الكاملة من الامكانيات المتاحة .

ثانيا – فروع الجامعة :

ان تقدير امكانياتنا العلمية فى توفير هيئات التدريس والمعامل والمكتبات وأماكن الدراسة ، يقتضى العمل على تفادى الازدواج فى التعليم العالى بين الجامعات والمعاهد العالية خارج الجامعة ، كلما كان هذا الازدواج غير مستند الى ضرورة تقتضيه . على أن القضاء على الأزدواج بين الجامعات والمعاهد العالية ليس مبدأ مطلقا . فقد كان لبعض المعاهد تخصصات مهنية معينة تقابلها احتياجات حقيقية ، فيتعين ابقاؤها وتدعيم امكانياتها .

وبوجه عام ، فان المعاهد العالية فى الوقت الحالى خارج الجامعة تنقسم الى نوعين :

البعض منها تقابله تخصصات مشابهة فى الجامعة نفسها ، كما هو الحال فى كثير من المعاهد الصناعية والزراعية والتجارية ، فيتعين النظر فيما اذا كانت هذه المعاهد تستند الى حاجة متميزة ؛ فيجب تدعيمها ، أم هى مجرد نسخ تصبو الى أن تطابق ما هو قائم داخل الجامعة ، فيتعين اما ضمها الى الجامعة ، واما الاستفادة بامكانياتها فى نواح تعليمية أخرى ، حسب احتياجات خطة التنمية والامكانيات المادية لهذه المعاهد .

والبعض الآخر من المعاهد لا تقابله تخصصات مشابهة فى الجامعات ، مثل معاهد الفنون التشكيلية والتعبيرية . ومن المتصور أن تضم هذه المعاهد فى كيان جامع ، اما على شكل أكاديمية للفنون أو كفرع لاحدى الجامعات . أما معاهد التربية الفنية والموسيقية والرياضية ، فقد يكون من المصلحة أن ينشأ لها فرع خاص لاحدى الجامعات يضمها فى كيان موحد .

ولا يقتصر انشاء فروع الجامعات على هذه الفروع الخاصة ، التى تقوم على ضروب من التعليم تتميز عن النشاط العلمى العام للجامعة ، بل ان

هناك نوعين آخرين من الفروع ، تقتضى المصلحة النظر فى انشائهما :

النوع الأول تدعو اليه أسباب اقليمية . والفروع الاقليمية :

١ ـ اما ان تنشأ داخل الجمهورية العربية المتحدة ، تفاديا لتركز الأعداد الكبيرة من الطلاب فى القاهرة والاسكندرية وأسيوط ، مما يترتب عليه مضاعفة مشكلات الاسكان والنقل والتغذية . ويتعين فى هذا النطاق تدعيم واستكمال الفروع التى بدىء فى انشائها . ويمكن فى هذا الصدد الاستفادة من امكانيات المعاهد العليا القائمة فى تلك المناطق ، بعد ضمها الى الجامعات .

٢ ـ واما ان تنشأ الفروع الاقليمية فى البلاد العربية ، كفرع جامعة القاهرة فى الخرطوم ، وهذه يجب العمل على تدعيمها .

وأما النوع الأخير من الفروع ، فتدعو الى انشائه الحاجة الى تدعيم بعض الدراسات ، التى تحتاج اليها بوجه خاص متطلبات المرحلة الحالية من التحول الصناعى والزراعى ، والتى تقتضى أفراد التطبيقات الصناعية والزراعية بعناية خاصة ، لما لها من تأثير مباشر على حركة التنمية . فينظر فى انشاء فرع متخصص باحدى الجامعات للعلوم والتطبيقات الصناعية والزراعية ، ويضم بعض الأقسام العلمية فى العلوم الأساسية والهندسية والزراعية وادارة الأعمال والتكاليف والمحاسبة . وعلى ضوء ما تسفر عنه هذه التجربة الجديدة فى ربط الجامعة بالمجتمع ، يكون النظر فى التوسع فيها .

ونظرا لتعدد الهيئات المشرفة على التعليم والتدريب فى الدولة ، فمن المصلحة أن ينشأ « مجلس أعلى للتعليم والتدريب » ، لوضع الاطار الشامل للسياسة الكفيلة بالربط بين مختلف مراحل التعليم والتدريب ، وبينها وبين احتياجات المجتمع فى مختلف قطاعاته .

وسيكون لهذا المجلس دوره الفعال فى توجيه سياسة التعليم والتدريب فى التخصصات المختلفة وعلى كافة المستويات ، سواء بالنسبة للاخصائيين او الفنيين أو العمال المهرة ، وسيمكن من متابعة التطور والاحتياجات على المدى الطويل ، طبقا للتغيرات الاقتصادية والاجتماعية فى المجتمع .

ثانيا ـ الدرجة الجامعية الأولى

استهدفت المؤتمرات النوعية، فى بحثها لتطوير الدراسة الجامعية فى مرحلة الليسانس والبكالوريوس ، تحقيق الجوانب الرئيسية من رسالة التعليم الجامعى ، وعلى وجه الخصوص فيما يأتى :

١ ـ اعداد الطلاب اعدادا أكاديميا وفكريا وتطبيقيا ، يؤهلهم للاضطلاع بأعباء التخطيط والتنظيم والتصميم والابتكار فى مختلف ميادين العمل ، الى جانب القيام بالأعمال الفنية ، والاشراف على التنفيذ فى القطاعات المختلفة ، مع تزويدهم بالأساليب العلمية والفنية التى تمكنهم من تطوير وتحسين الانتاج ، ورفع مستوى الأعمال التى يقومون بها .

٢ ـ اعداد الصفوة من الدارسين للبحث والاسهام فى تقدم العلوم والفنون والآداب ، وفى العمل على الوفاء بحاجات المجتمع ومسايرة التقدم العلمى الحديث .

وقد عنيت المؤتمرات ، فى مناقشاتها وبحوثها بمعالجة القضايا الآتية بصفة أساسية :

(أ) طريقة اختيار الطلاب الصالحين لمتابعة الدراسة الجامعية والمصادر التى يختارون منها .

(ب) الضمانات التى تكفل استفادة الطلاب من الامكانيات المتاحة داخل الجامعة على أوسع نطاق ممكن ، والوسائل الكفيلة بتحقيق ذلك بطريقة اقتصادية .

(ج) كيفية اعداد الطلاب من الناحيتين العلمية والتطبيقية بما يتفق واحتياجات المجتمع ومتطلبات برامج التنمية .

(د) كيفية اعداد القيادات ، الواعية فكريا وسياسيا واجتماعيا ، والقادرة على الحركة الفعالة لتحقيق أهداف المجتمع .

(هـ) توثيق الصلة بين الدراسة الجامعية وبين مجالات العمل التى يعد لها الطلاب .

(و) المواءمة بين الدراسة فى المرحلة الثانوية والتعليم الجامعى .

وفيما يلى استعراض للاراء والاتجاهات الرئيسية التى انتهت اليها هذه الدراسة :

١ ـ نظام القبول :

اتجهت المؤتمرات النوعية نحو اقتراح القواعد الآتية :

١ ـ الحصول على الثانوية العامة هو القاعدة الأساسية للقبول بكليات الجامعات .

٢ ـ اتاحة الفرصة لقبول عدد من المتفوقين الحاصلين على شهادة الثانوية الفنية ، وذلك بعد اجتياز امتحان مسابقة تعده الكلية المختصة .

٣ ـ اتاحة الفرصة لقبول عدد من العاملين فى قطاعات الانتاج والخدمات ، من الحاصلين على الثانوية العامة أو الفنية ، من بين الذين ترشحهم الجهات التى يعملون بها ، نتيجة لتميزهم فى عملهم ، وذلك بشرط توفر خبرة عملية تتصل بمجالات الكليات التى يرشحون للالتحاق بها ، لا تقل عن ثلاث سنوات ، وفقا للقواعد التى تحددها اللوائح الداخلية للكليات . أما فيما يتعلق بالعاملين المبرزين فى أعمالهم ، من غير الحاصلين على الثانوية العامة أو الفنية ، فان الرأى الغالب هو التوصية بأن تيسر لهم طرق الحصول على أى من هاتين الشهادتين ، أو ما يعادلهما فى المحتوى العلمى ، بالوسائل التى تستطيع جهات عملهم توفيرها لهم . وبذلك تنفتح أمامهم فرص متابعة الدراسة الجامعية .

٤ ـ يراعى تنسيق القبول بين الكليات المتناظرة فى جامعتى القاهرة وعين شمس على أساس جغرافى .

٥ ـ قصر قبول الطلاب المنتسبين على الكليات النظرية ، وفى حدود الاعداد المطلوبة ، وبنفس الشروط العلمية الواجب توافرها فى الطلاب النظاميين ، وذلك بالنسبة للعاملين الذين لا تسمح لهم ظروفهم بالانتظام فى الدراسة ، ولمن لا تسمح لهن ظروفهن الاجتماعية بذلك ويجوز قبول حملة المؤهلات العالية الراغبين فى تنوع ثقافتهم .

وهناك اتجاه بأن تنظم دراسات مسائية للراغبين من المنتسبين ، كلما سمحت الظروف بذلك ، وان تتاح لهم وسائل الاتصال بهيئة التدريس والاطلاع فى المكتبات والاشتراك فى الأنشطة الطلابية الاخرى .

٢ ـ نظام الدراسة والامتحان :

(ا) مدة الدراسة :

احتفظت معظم الكليات بالمدة المخصصة للحصول على الليسانس أو البكالوريوس ، مع ابراز اهمية تعميق الدراسة فى المواد المختلفة ، والعمل على منع ازدواج بعض الموضوعات التى تتضمنها بعض المقررات .

ونظرا لاتساع مجال كل مادة من مواد الدراسة فى العلوم الأساسية ، والتقدم الملحوظ فى مستويات هذه الدراسة فى البلاد المتقدمة ، فقد اقترح مؤتمر العلوم الأساسية زيادة مدة الدراسة من أربع الى خمس سنوات .

أما مؤتمر العلوم البيطرية فقد اقترح اختصار نصف سنة من الدراسة بالكلية ، بحيث تصبح خمس سنوات ، مع عدم المساس بمحتويات الدراسة وتعميقها .

(ب) نظام الدراسة ومراحلها :

اتجهت معظم الآراء الى الأخذ بنظام المراحل الدراسية ، ورأى مؤتمر الدراسات القانونية اعتبار كل سنة دراسية مرحلة قائمة بذاتها .

واقترح مؤتمر الدراسات الطبية الطبية أن يمتد القسم الثانى من المرحلة الاكلينيكية ، فيصبح ثلاثين شهرا بدلا من أربعة وعشرين شهرا ، لاطالة فترة التدريب فى الأقسام .

وفى مؤتمر العلوم الزراعية ، كان هناك اتجاهان : اتجاه نحو الأخذ بنظام المواد ، والآخر ، باتباع نظام الفصول الدراسية مع تطبيق نظام المراحل بالنسبة للامتحان .

وهناك اقتراحان بالنسبة للسنة الاعدادية : أحدهما يقضى بتنظيم دراسة إعدادية لمدة سنة تشمل الكليات العملية وأخرى تشمل الكليات الانسانية ، يوجه الطالب بعدها الى الكلية التى تتناسب مع استعداده . والاقتراح الثانى يعتبر السنة الاعدادية مرحلة من الدراسة الأساسية العامة للكلية ، يعقبها توجيه الطالب نحو الدراسة فى شعبها المختلفة .

وقد اتجه الرأى الى ضرورة العناية بتدريس المواد القومية ، وتطويرها لملاءمة ظروف الدراسة فى كل كلية ، وقد يقتضى ذلك فى كليات الحقوق ادماجها كلها أو بعضها فى مواد الدراسة الأصلية .

كما أوصت المؤتمرات بضرورة العناية بالدراسات الانسانية فى الكليات العملية ، وبالدراسات العلمية فى الكليات الانسانية . وعلى هذا الأساس جرى تحديد نسب تقريبية لمحتويات الدراسة فى المواد الأساسية والتطبيقية والانسانية بما يتلاءم وأهداف كل كلية .

(ج) نظام الامتحان :

ان تحقيق مبدأ تكافؤ الفرص فى التعليم الجامعى والرعاية الشاملة التى يكفلها المجتمع لطلاب الجامعة ، يجب أن يقابلها من جانبهم حرص على تحقيق أكبر عائد من استثمارات التعليم ، بمزيد من الجدية فى الدرس والبحث ، وبعد عن التهاون المبدد للامكانيات المتاحة .

وعلى هذا الأساس ، اتجه الرأى الغالب الى الأخذ بالقواعد الآتية :

١ ــ لا ينقل الطالب من مرحلة الى أخرى الا اذا كان ناجحا فى جميع مقررات المرحلة السابقة .

٢ ــ يعقد امتحان فى نهاية كل مرحلة ، وامتحان آخر فى شهر سبتمبر لتصفية هذه المرحلة ، ويسمح بدخول امتحان سبتمبر بالشروط التى تنظمها اللائحة الداخلية لكل كلية .

وفى خلال المرحلة التى تزيد مدتها عن عام يجوز نقل الطالب بمواد متخلفة وفقا للنظم التى تضعها كل كلية .

٣ ــ لا يمتحن الطالب فى المقررات التى سبق أن نجح فيها .

٤ ــ لا يسمح بقيد الطالب فى أى مرحلة لأكثر من ضعف المدة المقررة لها . وهناك اتجاه بمد الفرصة للامتحان فى المرحلة النهائية ، دون غيرها من المراحل .

٥ ــ تبسيط اجراءات الامتحانات ، والأخذ بمبدأ اختبار قدرات الطلاب دوريا خلال الدراسة، بحيث يمتد العام الجامعى الى تسعة أشهر ، ولا تستغرق الامتحانات واعلان نتائجها أكثر من شهر واحد .

٣ ــ التدريب :

اتفقت الآراء على ضرورة العناية بتدريب الطلاب أثناء دراستهم ، بما يحقق توثيق صلتهم بمطالب المجتمع ومقتضيات الأعمال التى يعدون للقيام بها .

وقد وضع كل مؤتمر نوع الأسلوب الذى يفضله لتدريب الطلاب ، ويحقق الفائدة المرجوة لايجاد التوازن بين نوع الدراسة والتدريب .

٤ ــ العلاقة بين التعليم الجامعى والتعليم العام :

ناقشت المؤتمرات النوعية متطلبات الجامعات بالنسبة للتعليم فى المرحلة الثانوية ، باعتباره المصدر الرئيسى لتغذية الدراسة الجامعية . واتجهت الآراء الى الأخذ بالمقترحات الآتية :

١ ــ اعادة النظر فى المقررات التى تدرس لطلاب المرحلة الثانوية بما يكفل التركيز والتعميق ، ويخفف العبء على الطلاب فى تلك المرحلة ، وخاصة فى السنة الثالثة الثانوية . وذلك حتى يتسنى للطلاب حسن استيعاب مايدرس لهم ، ويفسح أمامهم الوقت الكافى للتعود على الاطلاع والتدريب العملى . ويرجى أن يقوم المجلس الأعلى للتعليم والتدريب بتنظيم ذلك كله ، للوصول الى الهدف المطلوب .

٢ ــ اسهام الجامعات فى اعداد المعلمين ، بتنظيم دراسات تنشيطية وتدريبية لهم .

٣ ـ بالنسبة لاعداد المعلمين للمرحلتين الاعدادية والثانوية ، اتفق الرأى على أن يعد معلمو العلوم الطبيعية والرياضيات فى كليات المعلمين بالجامعة .

اما بالنسبة لمعلمى اللغات والمواد الاجتماعية ، فقد كان هناك اتجاهان : اتجاه غالب ، يرى أن تكون فى كل جامعة كلية للتربية ، تختص بالاعداد المهنى لمن يتخرجون من كليات الآداب وغيرها ممن يرشحون للعمل كمعلمين . واتجاه آخر ، يرى أن تتولى كليات المعلمين اعداد معلمى اللغات والمواد الاجتماعية .

ونظرا لأهمية اعداد المعلم للمدارس الصناعية والمعاهد الفنية المتخصصة ومراكز التدريب ، فهناك اتجاه الى انشاء كلية خاصة لاعداد المعلم اعدادا فنيا وعلميا وتربويا .

٥ ـ توصيات عامة :

١ ـ أن تشمل خطة الانجاز توفير الامكانيات المادية ، من حيث أمكنة الدراسة والتجهيزات المعملية والمعينات السمعية والبصرية،واعتبار كل استثمار فى هذا الشأن استثمارا انتاجيا يعزز ويؤمن الجهود الضخمة التى تبذل فى ميدان الانتاج والخدمات .

٢ ـ المبادرة بتحديد المقررات والمناهج الدراسية وفقا للمبادىء والأسس التى تنتهى اليها المجالس النوعية والمجلس الأعلى للجامعات ، وكذلك وضع النظم التى تكفل حسن انتظام الطلاب وجديتهم فى الدراسة .

٣ ـ تحسين وسائل قيد وتسجيل الطلاب بالكليات ، وكذلك متابعة نتائج الامتحانات والاختبارات وتبسيط اجراءاتها ، بما يكفل تتبع نشاط الطلاب ومدى تحصيلهم طوال مدة دراستهم .

٤ ـ زيادة الاهتمام بتدعيم النشاط الطلابى فى النواحى السياسية والاجتماعية والثقافية والرياضية ، بما يكفل تكوين الشخصية الواعية ، ويمكن من الكشف عن القيادات الصالحة .

٥ ـ هناك موضوعات دار حولها النقاش ، ولم تتضح فى شأنها اتجاهات محددة ، وهى فى ذات الوقت من نقط الانطلاق عند وضع خطط تطوير التعليم الجامعى وربطه بالمجتمع ومن هذه الموضوعات موضوع الدرجة العلمية الخاصة للنابهين من الطلاب ، وبعض التخصصات الجديدة التى قد يحتاجها المجتمع . وقد اتجه الرأى الى استكمال دراستها وبحثها تفصيلا فى المجالس النوعية .

ثالثا ـ الدراسات العليا والبحوث

اتفقت الآراء فى جميع المؤتمرات على ان الدراسات العليا والبحوث هى من صميم واجبات الجامعات . فعن طريقها يتمكن أعضاء هيئة التدريس من تحقيق نموهم العلمى والمهنى المستمر ، كما أنها تمكن الجامعات من تحقيق وظيفتها فى تخريج الاخصائيين فى نواحى التخصص المهنى المختلفة ، واعداد الباحثين فى مراكز البحث ، وتكوين المدارس الفكرية والعلمية لتكون طلائع للتقدم العلمى والتكنولوجى والاجتماعى ، وللفكر الثورى فى المجتمع .

ويزيد فى أهمية هذا الواجب ، وضرورة اعطائه كل رعاية وعناية ، أننا ـ فى مرحلة التنمية السريعة الطموحة ـ ينبغى أن نطوع الخبرة الأجنبية للاحتياجات المحلية ، ثم ننطلق فى سبيل تحقيق سياسة الاعتماد على النفس ، فى المجال العلمى والتكنولوجى . وسيظل للجامعة ، ولفترة طويلة ، الدور الأساسى فى هذا المضمار .

كما اتضح فى جميع المؤتمرات ادراك كامل للمعنى الكبير ، الذى برز فى خطاب السيد الرئيس ، عيد العلم ، عن العلم الملتزم .

١ ـ التخطيط للدراسات العليا والبحوث :

ان الاتجاه السائد فى المؤتمرات ، أن البحوث فى الجامعات تحتاج الى تخطيط شامل ، يخدم متطلبات خطة التنمية ، ويرتبط بالخطة العامة للبحث العلمى ، ويتصدى لاحتياجات المجتمع فى المرحلة الحالية . وذلك بأن يكون اختيار موضوعات

البحوث وفق خطة شاملة ، تحددها كلية الدراسات العليا والبحوث في قطاعها ، في ضوء اقتراحات الكليات المعنية والمؤسسات والهيئات ومراكز الانتاج والخدمات ، لحل المشكلات التى تعترض التنمية الاقتصادية والاجتماعية . هذا بالاضافة الى البحوث الأساسية ، علمية وانسانية ، لتكوين مدارس فكرية تسهم في اثراء العلم وتفتح آفاقا جديدة للتقدم العلمى .

٢ ـ تنشيط الدراسات العليا والبحوث :

(أ) تمويل الدراسات العليا والبحوث

أكدت المؤتمرات أهمية اشتراك الجامعات في حل مشاكل الانتاج ، عن طريق اشراك هيئات التدريس في اجراء بحوث متخصصة في مراكز البحث المنشأة في المؤسسات المختلفة . وقد رؤى وجوب اسهام مراكز الانتاج والخدمات في تمويل البحوث التى يطلب من الجامعة القيام بها ، وانشاء صندوق خاص لتمويل البحوث بكل جامعة ، يستمد موارده من المؤسسات والهيئات المستفيدة ، بناء على عقود خاصة ببحوث أو دراسات معينة ، بالاضافة الى ما تخصصه الجامعة في ميزانيتها لهذا الغرض .

وينفق من هذا الصندوق على المكافآت والأجهزة والأدوات .

وتتولى كلية الدراسات العليا والبحوث الاشراف على أعمال هذا الصندوق في قطاعها .

(ب) ربط الجامعة بمراكز البحوث ومؤسسات الانتاج والخدمات

اتجهت المؤتمرات الى ضرورة تنظيم الصلة بين الجامعة ومراكز البحوث ومؤسسات الانتاج والخدمات ، على الوجه الذى يبرز دور الجامعة ومدارسها الفكرية في تنفيذ مشروعات البحوث ، تحت اشراف المختصين من أعضاء هيئتها ، على أن يسمح هذا التنظيم بما يأتى :

١ ـ اسهام أعضاء هيئة التدريس بالعمل في الجامعة وفي مراكز البحوث ومؤسسات الانتاج والخدمات في آن واحد ، أو بالتفرغ لفترات محددة لهذا العمل .

٢ ـ اشراك المتخصصين والخبراء من هذه المراكز والمؤسسات في نقل الخبرة الميدانية الى طلاب الجامعة ، عن طريق التدريس والتدريب والمساهمة في الاشراف على البحوث ، على أن ينظم هذا التعاون بين الجامعة ومراكز البحوث ومؤسسات الانتاج والخدمات عن طريق الكلية المعنية ، أو كلية الدراسات العليا والبحوث ، وليس على أساس فردى .

(ج) تشجيع البحوث الجماعية

اتجهت المؤتمرات الى زيادة الاهتمام بالبحوث الجماعية التى يشترك فيها فريق من المختصين في فروع مختلفة ، لا على مستوى القسم فحسب ، بل بالتعاون مع متخصصين من أقسام أخرى بالجامعة أو خارجها .

(د) تشجيع الباحثين وتنظيم البعثات الداخلية

اتفق الرأى على تشجيع طلاب الدراسات العليا ، وذلك بتوفير وقت كاف للمعيدين لانجاز بحوثهم ، وتوفير منح لغيرهم من الطلاب سواء من الجامعة أو من المراكز أو الهيئات أو المؤسسات التى يعملون بها ، لكى يتفرغوا لانجاز أبحاث على مستوى عال .

وكذلك تشجيع الباحثين والقائمين بالدراسات العليا ، من أعضاء هيئة التدريس ، بتوفير الوقت الكافى لقيامهم بهذه الاعباء ، والاهتمام بوجه خاص باعداد قادة البحث العلمى .

كما اتجهت المؤتمرات الى التوسع في البعثات الداخلية في التخصصات التى يمكن توفير امكانياتها البشرية والمادية ، على أن يخصص الوفر الناتج عن اتباع هذه السياسة لناحيتين :

١ ـ تحسين التجهيزات المكتبية والمعملية اللازمة للبحوث .

٢ ـ التوسع في ايفاد أعضاء هيئة التدريس والباحثين والمعيدين في مهمات أو أجازات علمية قصيرة ، واتاحة الفرصة للاشتراك في المؤتمرات وحلقات البحث الدولية .

(هـ) الخدمة المكتبية :

على الجامعات أن تهتم بالمكتبات الجامعية كمقوم أساسى من مقومات البحث العلمى ، وأن تعمل على تلافى النقص فى الكتب العلمية والمجلات والدوريات الاجنبية ، على أن تتاح لها فرص استيراد الكتب والمراجع والاجهزة من الخارج . ويرجى أن تثمر جهود الهيئة العامة للكتب والاجهزة العلمية التى بدات نشاطها ، فى تحقيق هذا الهدف .

(و) الفنيون والمساعدون :

ان اهتمام الدولة باعداد الفنيين يهيىء للجامعة فرصة لتأمين احتياجاتها من الفنيين والمساعدين اللازمين للاعمال العلمية المختلفة . ويقتضى ذلك مزيدا من التعاون مع الاجهزة المسئولة عن اعدادهم .

٣ ـ أنواع الدراسات العليا :

اتجه الرأى الى تقسيم الدراسات العليا الى الانواع الاربعة الآتية :

١ ـ الدراسات التنشيطية والتجديدية .
٢ ـ الدبلومات .
٣ ـ الماجستير .
٤ ـ الدكتوراه .

(أ) الدراسات التنشيطية والتجديدية :

وهى دراسات تهدف الى تنشيط معارف المتخصصين من الخريجين وتجديدها فى مختلف الميادين ، حسب احتياجات الهيئات والمؤسسات، وذلك لرفع الكفاية الانتاجية للمشتغلين فى مختلف ميادين التنمية .

ويجوز أن يلتحق بهذه الدراسات غير المؤهلين من العاملين فى الهيئات والمؤسسات ، تلبية لاحتياجاتها .

(ب) الدبلومات العالية :

وهى دبلومات مهنية فى شكل دراسات وتدريبات ذات طبيعة تطبيقية . يقصد بها اعداد المتخصصين المهنيين اعدادا علميا ، للعمل فى فروع التخصص المختلفة .

ومدة الدراسة لهذه الدبلومات سنة على الاقل .

ويجوز أن يسمح للحاصلين على ليسانس أو بكالوريوس من احدى الكليات ، بالقيد لهذه الدبلومات فى كلية أخرى وفقا لما تحدده اللوائح .

(ج) الماجستير :

تشمل الدراسة لهذه الدرجة تدريبات ودراسات عالية ، كما تشمل القيام ببحث علمى ينتهى باعداد رسالة تقبلها لجنة الامتحان .

ولا تقل المدة اللازمة لنيل هذه الدرجة عن سنتين .

وقد روعى فى ضوء الاتجاه الى جعل الماجستير بالدراسة والبحث ، أن يستعاض بها عن الدبلومات الاكاديمية المعادلة للماجستير والتى اقترحها بعض المؤتمرات النوعية .

(د) الدكتوراه :

اتجهت آراء جميع المؤتمرات الى ان الأصل هو الا تقل المدة اللازمة لنيل هذه الدرجةعن سنتين بعد الماجستير أو مايعادلها، وأن تقوم على البحث العلمى المبتكر الذى ينتهى باعداد رسالة تقبلها لجنة الحكم .

ويجوز أن يكلف الطالب ببعض الدراسات المتعمقة ، طبقا لما تحدده لوائح الكليات .

٤ ـ المعاهد النوعية :

اقترحت بعض المؤتمرات انشاء معاهد نوعية للدراسات العليا والبحوث داخل الجامعات . كما اقترح انشاء مراكز للبحوث التطبيقية ، تلحق ببعض الكليات تكون مهمتها التصدى لبحث مشاكل المجتمع الملحة .

وسيبت فى اولوية انشاء هذه المعاهد والمراكز على ضوء ما تسفر عنه دراسات المجالس النوعية والمجلس الأعلى للجامعات .

* * *

هذه هى الاتجاهات العامة التى انتهت اليها المؤتمرات النوعية ، والتى يرجى أن تتحقق بها الأهداف والآمال المعقودة على الجامعات .

تقـــرير
مؤتمر الدراسات الهندسية

٢ – ٩ فبراير ١٩٦٧

مقـــــــــــــــــدمة

روعى فى تشكيل المؤتمر أن يكون ممثلا لرجال الجامعات والهيئات الرسمية والمهنية والسياسية وللعاملين خارج الجامعة من المهتمين بشئون الجامعات . وقد مثل الجامعات فيه أساتذة كليات الهندسة وممثلون للأساتذة المساعدين والمدرسين والمعيدين ، واشترك فى أعماله ممثلون للوزارات ومؤسسات ووحدات الانتاج والخدمات والقوات المسلحة ونقابة المهندسين واتحاد المهندسين العرب وجمعية المهندسين المصرية واعضاء مجلس الأمة وأعضاء المكاتب التنفيذية بكليات الهندسة . ودعى بعض السادة نواب رئيس الوزراء الحاليين والسابقين والسادة الوزراء ورؤساء الهيئات الى القاء كلمات افتتاحية فى بداية جلسات المؤتمر .

ولقد قامت الامانة الفنية للمؤتمر باعداد تقرير عرض على المؤتمر كمحاولة لبلورة موضوعات المناقشة المطروحة على المؤتمر مسترشدة فى ذلك بحصيلة نتائج وتوصيات الدراسة والمؤتمرات السابقة .

ولقد بدأ المؤتمر اعماله فى السادسة من مساء الخميس ١٩٦٧/٢/٢ بمبنى كلية الهندسة بجامعة القاهرة برئاسة شرف السيد المهندس محمود يونس نائب رئيس الوزراء (١) وتابع جلساته برئاسة الأستاذ الدكتور حسن مرعي بالاشتراك مع الأستاذ الدكتور احمد على العريان مقرر المؤتمر حتى مساء الخميس ١٩٦٧/٢/٩ .

واقتصرت جلسة الافتتاح على كلمة السيد رئيس المؤتمر وكلمة السيد رئيس شرف المؤتمر ، ثم عرض السيد مقرر المؤتمر تقرير الأمانة الفنية وجدول أعمال المؤتمـــر .

وبدأ المؤتمر فى مناقشة موضوع القبول مساء السبت ١٩٦٧/٢/٤ ، واستمرت مناقشة هذا الموضوع طوال جلسة يوم الأحد ١٩٦٧/٢/٥ الصباحية .

وافتتح السيد الدكتور مصطفى خليل جلسة الثلاثاء ١٩٦٧/٢/٧ المسائية **مناقشة موضوع القبول ، وبدأت مناقشة موضوع الدراسة والامتحان واستمرت مناقشة هذا الموضوع فى جلستى الاثنين والثلاثاء الصباحيتين .**

وافتتح السيد الدكتور مصطفى خليل جلسة الثلاثاء ١٩٦٧/٢/٧ المسائية والتى بدأت فيها مناقشة موضوع الدراسات العليا والبحوث ، كما افتتح السيد الدكتور عزيز يس جلسة الأربعاء ١٩٦٧/٢/٨ المسائية والتى انتهى فيها المؤتمر من مناقشة الموضوع الأخير .

وبدأت الجلسة الختامية للمؤتمر فى السادسة من مساء الخميس ١٩٦٧/٢/٩ بكلمة من السيد المهندس عبد الوهاب البشرى وانتهت بتلاوة توصيات المؤتمر .

كلمة السيد رئيس شرف المؤتمر والكلمات الافتتاحية فى كل جلسة منشورة فى هذا العدد .

الاطار العام لأعمال المؤتمر

تأتى أعمال المؤتمر حلقة فى سلسلة مترابطة من الدراسات بدأت بتقرير اللجنة الوزارية للقوى العاملة عن سياسة التعليم المقترحة ، والتى تقوم على دعامتين رئيسيتين هما :

أولا ـ سيلقى اعداد العمال المهرة والفنيين اهتماما مركزا وكبيرا بحيث يتجه نحوه نصف الحاصلين على شهادة اتمام الدراسة الاعدادية .

ثانيا ـ سيكون التعليم الثانوى العام المدخل الرئيسى للجامعات وأن اعداد المتخرجين فيه ستقتصر تدريجيا على العدد المطلوب التحاقه بالجامعات التى ستكون الاطار الموحد لاعداد الاخصائيين .

واستهدف المؤتمر فى مناقشاته تحديد الاتجاهات فى الأمور المطروحة فى مذكرة المجلس الأعلى للجامعات عن الملامح الرئيسية للسياسة المقترحة للتعليم الجامعى ، والتى تبلورت بالدراسات التى تمت داخل الجامعات وفى مجلسها الأعلى ، وفى وزارة التعليم العالى خلال الشهور الماضية التى تخرج منها باطار ينفرد بالصفات الجديدة الآتية :

١ ـ نهوض الجامعة بأعباء اضافية فى ظروف التنمية السريعة وبالاعتماد أساسا على قدراتها الذاتية .

٢ ـ الاستفادة الى اقصى حد ممكن من الامكانيات التى قد تكون موجودة خارج الجامعات .

٣ ـ الاحتفاظ بأكبر قدر من المرونة فى خطط التعليم نظرا لتعذر التخطيط الدقيق لفترات طويلة .

وتقع الموضوعات التى طرحت للمناقشة فى المؤتمر ، سواء ما ورد منها فى مذكرة المجلس الأعلى للجامعات ، أو ما جاء بخطاب السيد وزير التعليم العالى عند افتتاح أعمال المؤتمرات تحت البنود الآتية :

١ ـ نظام القبول .
٢ ـ نظام الدراسة والامتحان .
٣ ـ نظام الدراسات العليا والبحوث .
٤ ـ ربط الجامعة بالمجتمع .

١ ـ نظام القبول

١ ـ ١ : أجمعت الآراء على ضرورة مشاركة الجامعات فى الاشراف على المرحلة التخصصية فى التعليم الثانوى ، وذلك عن طريق المشاركة فى وضع المناهج وطرق التدريس ومتابعة نتائجها ، والمعاونة فى اقامة دورات تدريبية لمدرسى المرحلة الثانوية .

١ ـ ٢ : وقد كان الرأى السائد هو الابقاء على الفروع الحالية كما هى دون الاتجاه الى تخصص أدق فى هذه المرحلة ، مع ضرورة التعمق واتقان دراسة المقررات فى هذه المرحلة من التعليم الثانوى مما يؤدى الى عدم التكرار فى المناهج بينها وبين السنوات الأولى فى التعليم الجامعى ، ويجب أن يتعرف تلاميذ المرحلة الثانوية على مجالات الأنشطة الثقافية والانتاج بتنظيم برامج التوعية والزيارات.

١ ـ ٣ : وقد نوقش أساس المفاضلة بين المتقدمين للالتحاق بكلية الهندسة الحاصلين على الثانوية العامة ، وقد كان اتجاه المؤتمر أن يكون ذلك على أساس المجموع الكلى مع اعطاء وزن اضافى لمجموع مواد العلوم الأساسية التى تتطلبها الدراسة فى كل كلية جامعية مع اشتراط نجاح المتقدمين للالتحاق بكلية الهندسة فى جميع مواد امتحان شهادة الدراسة الثانوية ، ويكون توزيع الطلبة على كليات الهندسة عن طريق نظام التنسيق الحالى .

١ ـ ٤ : أما فيما يختص بقبول غير الحاصلين على الثانوية العامة فى كليات الهندسة فيشترط حصولهم على شهادة الثانوية العامة ، وقد كان اتجاه المؤتمر التوسع فى فتح مجال القبول للحاصلين على دراسة فى التعليم الفنى بشرط التفوق فى مرحلة التعليم الفنى واجتياز معادلة لشهادة التعليم الثانوى . أما بالنسبة للعاملين منهم فى قطاعات الانتاج فيكون القبول على أساس منح دراسية تمنحها لهم الجهات التى يعملون بها ، ليكونوا متفرغين ومنتظمين فى الدراسة .

١ ـ ٥ : اتجه الرأى الى أن نظام الدراسة المسائية هو خير سبيل لاستكمال تعليم العاملين فى الدراسات الهندسية فى الظروف الحالية .

٢ ــ نظام الدراسة والامتحان

٢ ــ ١ : اكد المؤتمر أهمية العلوم الأساسية كقاعدة ضرورية للعلوم الهندسية والتطبيقية على أن يتم تحديد نسبة ساعات الدراسة فى العلوم الأساسية حسب نوع التخصص وطبيعته ، بحيث تكون فى حدود ٢٠ ــ ٢٥ ٪ من مجموع ساعات الدراسة الجامعية .

٢ ــ ٢ : وقد أجمع المؤتمر على أن الدراسة فى كليات الهندسة تتكون من مجموعات العلوم الآتية ، وأن النسب المثلى لهذه المجموعات هى كما يلى :

(أ) العلوم الأساسية ٢٠ ــ ٢٥ ٪
(ب) العلوم الهندسية ٢٥ ــ ٤٠ ٪
(ج) العلوم التطبيقية ٣٠ ــ ٥٠ ٪
(وتشمل طرق التصميم والتنفيذ والخبرات والمهارات الأساسية) .

(د) العلوم الانسانية والقومية ٥ ٪

٢ ــ ٣ : اتفق المؤتمر على أن يتكون هيكل الدراسة فى كلية الهندسة من ثلاث مراحل :

ــ المرحلة الأولى : وتشمل السنة الدراسية الأولى .

ــ المرحلة الثانية : وتشمل السنتين الدراسيتين الثانية والثالثة .

ــ المرحلة الثالثة : وتشمل السنتين الدراسيتين الرابعة والخامسة .

٢ ــ ٤ : وتكون المرحلة الأولى عامة لجميع أفرع الدراسة بالكلية ــ بما فى ذلك قسم العمارة ــ وتبدأ التخصصات العريضة المجالات التقليدية للهندسة من بدء المرحلة المتوسطة وتكون :

- هندسة معمارية
- هندسة مدنية
- هندسة ميكانيكية
- هندسة كهربية
- هندسة كيميائية
- هندسة التعدين

فاذا كانت هناك تفرعات للتخصص فى هذه المجالات تتطلبها الاحتياجات وتدعمها الامكانيات ، فتكون فى المرحلة النهائية كلها أو السنة الأخيرة منها . ويجوز ابتداء من المرحلة المتوسطة أن يبدأ التخصص فى بعض فروع الهندسة التى تعتمد على جزء كبير من القاعدة الأساسية يتباين عن باقى فروع الهندسة الأخرى .

٢ ــ ٥ : استبعد المؤتمر فكرة انشاء كلية العمارة ، وأكد أهمية استمرار دراسة الهندسة المعمارية داخل نطاق كليات الهندسة .

٢ ــ ٦ : اتفق المؤتمر على أن الدراسة فى كلية الهندسة خمس سنوات .. وأن السنة الدراسية ثلاثون أسبوعا عدا مدة التمرين الصيفى ، وأن تكون ساعات الدراسة الأسبوعية فى حدود ٣٥ ساعة دراسية تشمل الوقت المخصص للندوات العلمية والمكتبة .

٢ ــ ٧ : أكد المؤتمر أهمية التدريب الصيفى بالنسبة للطلاب فى جميع سنى الدراسة بكليات الهندسة ووجوب ضمان جديتهبالتنظيم والاشراف والمتابعة وتخصيص درجات له .

٢ ــ ٨ : بالنسبة لقواعد ونظام الامتحان خلص المؤتمر الى التوصيات الآتية :

- ينقل الطالب من مرحلة الى أخرى بعد نجاحه فى جميع مقررات المرحلة السابقة ، مع السماح بمادة رسوب بشروط معينة .
- ينقل الطالب من سنة دراسية الى أخرى داخل المرحلة الواحدة بمواد متخلفة لا تزيد عن ثلاثة .
- يعقد امتحان للدور الثانى فى نهاية كل مرحلة .
- لا يسمح للطالب بالانتظام فى الكلية لأكثر من عشر سنوات . سنتين فى المرحلة الأولى ، وأربع سنوات فى كل من المرحلتين المتوسطة والنهائية.

٢ ـ ٩ : عرف المؤتمر القسم العلمي بأنه تجمع من الأساتذة ذوى التخصصات المتقاربة ودار نقاش حول اقتراحات بالأقسام العلمية التى يمكن ان تتواجد فى كليات الهندسة ، وحول مسميات هذه الأقسام ـ وانتهى المؤتمر الى أن وجود أى قسم مرتبط بتجمع عدد من اعضاء هيئة التدريس يكفى لهذا الفرض . فاذا لم يتوفر العدد الكافى من أعضاء هيئة التدريس لتكوين القسم فيمكن ضم العدد القليل الموجود فعلا الى قسم آخر قريب له فى التخصص .

٢ ـ ١٠ : رأى المؤتمر ضرورة ربط الأقسام العلمية المتناظرة فى الجامعة الواحدة وذلك عن طريق مجالس علمية مشتركة . وأيد البعض فكرة قيام أقسام فرعية داخل الكليات التى تخدمها مع ارتباطها علميا بالقسم الرئيسى فى الجامعة الواحدة .

٢ ـ ١١ : اتفق المؤتمر على أن تمنح كليات الهندسة درجات البكالوريوس فى التخصصات الهندسية التى تتحدد فى المرحلة الثانية من الدراسة ويذكر نوع تفرع التخصص ان وجد بعد اسم درجة البكالوريوس .

٢ ـ ١٢ : نوقش مبدأ انشاء الدرجة الخاصة، ولم يلق اقتراح الأمانة الفنية الخاص بانشائها وتنظيمها تأييدا واضحا .

٣ ـ نظام الدراسات العليا والبحوث

٣ ـ ١ : دبلومات الدراسات العليا :

- أجمع المؤتمر على الاهتمام بدبلومات الدراسات العليا باعتبارها وسيلة استكمال المعرفة المتخصصة ، التى لاتسمح بها الدراسة لدرجة البكالوريوس فى اهتمامها بالعلوم الأساسية والهندسية وفى مواجهة الاحتياجات الفنية والهندسية ، وفى مواجهة الاحتياجات الفنية
- اتجه المؤتمر فى شروط القيد بهذه الدراسة الى الحصول على تقدير جيد فى التخرج ، وأن تسبقها فترة تدريب لا تقل عن عام وألا يمضى أكثر من ثلاث سنوات بين القيد بها وبين الحصول على البكالوريوس . ونادى البعض باستبدال الشرط الثانى بامتحان للقبول يدخله أيضا الراغبون فى القيد لهذه الدراسة من الناجحين بتقدير مقبول فى درجة البكالوريوس .
- اقترح المؤتمر التفرغ الكامل لمدة عام ، أو التفرغ نصف الوقت (٣ أيام فى الأسبوع) لمدة عامين ، على أساس تحديد عدد ساعات الدراسة اللازمة بحوالى ٥٠٠ ـ ٦٠٠ ساعة .

٣ ـ ٢ : درجة الماجستير فى الهندسة :

- اختلف الرأى ما بين اشتراط الحصول على تقدير جيد فى درجة البكالوريوس أو جيد جدا فى فرع التخصص ، أو الحصول على دبلوم الدراسات العليا أو وضع الطالب تحت الاختبار وترك أمر قيده فى يد الأستاذ المشرف .
- كان الاتجاه السائد هو ازدواج الدراسة مع البحث للحصول على الماجستير بعد عامين ، واختلفت الآراء حول التفرغ الكامل أو التفرغ الجزئى ، واختلفت الآراء حول التوازن بين الدراسة والبحث بشرط ألا يقل الوزن النسبى لمقررات الدراسة عن ٢٥ ٪ وألا يزيد عن ٧٥ ٪ .

٣ ـ ٣ : درجة دكتوراه الفلسفة فى العلوم الهندسية :

- أجمع المؤتمر على اشتراط حصول الطالب على الماجستير عند التسجيل لدرجة الدكتوراه .

● رأى المؤتمر أن تكون مدة التسجيل سنتين ، وأن يتفرغ الطالب تفرغا جزئيا على الأقل .

● أجمعت الآراء على الغاء قيد الطالب اذا لم يحرز تقدما ملموسا فى بحثه فى بحر خمس سنوات من تسجيله .

● اقترح البعض اجتياز الطالب امتحان صلاحية أمام لجنة من الأساتذة قبل التسجيل ، كما اقترح آخرون اجتياز امتحان فى احدى اللغات الأجنبية .

٣ ـ ٤ : المعاهد النوعية والبحوث :

أكد المؤتمر أهمية اشتراك الجامعات فى حل مشاكل الانتاج والخدمات سواء عن طريق هيئة التدريس وطلاب الدراسات العليا باجراء البحوث فى مراكز البحوث المتخصصة المنشأة فى المؤسسات المختلفة ، أو عن طريق تمويل هذه المؤسسات لبعض البحوث التطبيقية التى تجرى فى الجامعات وقد وضحت من مناقشات المؤتمر لهذا الموضوع الاتجاهات الآتية :

● يكون أساس انشاء معاهد نوعية جديدة خارج الجامعة هو عدم توافر الامكانيات لانشاء مثل المعاهد داخلها مع وجود هذه الامكانيات فى قطاع الانتاج والخدمات ، على أن يكون واضحا أن منح الدرجات هو من شأن الجامعات .

● تساهم المعاهد النوعية فى تنظيم دراسات تكميلية أو دراسات عليا للاخصائيين فى مكان عملهم والتى يكون من الصالح العام القيام بها قريبا من مواقع العمل ، وذلك تحت الاشراف العلمى للجامعة ، كما تقوم هذه المعاهد بانجاز البحوث التطبيقية التى تجرى فى المؤسسات التى ترعاها ماديا .

● تنشأ مجالس نوعية تضم العلميين والعاملين فى الميادين المختلفة تحقق التعاون بينهما فى مجال البحوث وتنسق العمل مع مراكز البحوث خارج الجامعة .

● يتم التعامل بين الجامعات والهيئات المستفيدة على أساس عقود أبحاث تحدد طرق تمويل البحث ودون الاخلال بمسئولية الأستاذ قائد البحث .

٤ ـ ربط الجامعة بالمجتمع

أكد المؤتمر أهمية تدعيم وسائل ربط الجامعة بالمجتمع وبرزت من خلال المناقشة الاقتراحات التالية :

٤ ـ ١ : تبادل أعضاء هيئة التدريس والعلميين من رجال الانتاج والخدمات بنظام التفرغ لمدة لا تقل عن عام دراسى .

٤ ـ ٢ : تشجيع مزاولة المهنة داخل الجامعة، وتدعيم هذا الاتجاه .

٤ ـ ٣ : انشاء صندوق لدعم البحوث الموجهة للصرف منه على تكاليفها وتخصيص نسبة من دخله للتجهيزات المعملية والمكتبية .

٤ ـ ٤ : مساهمة أساتذة من الجامعة فى الاشراف على وحدات البحوث ووحدات التصميم والتطوير داخل قطاع الانتاج والخدمات .

٤ ـ ٥ : تجربة نظام التعليم التعاونى (أو التبادلى) فى التخصصات الدقيقة الواضحةالارتباط بمجالات عمل محددة .

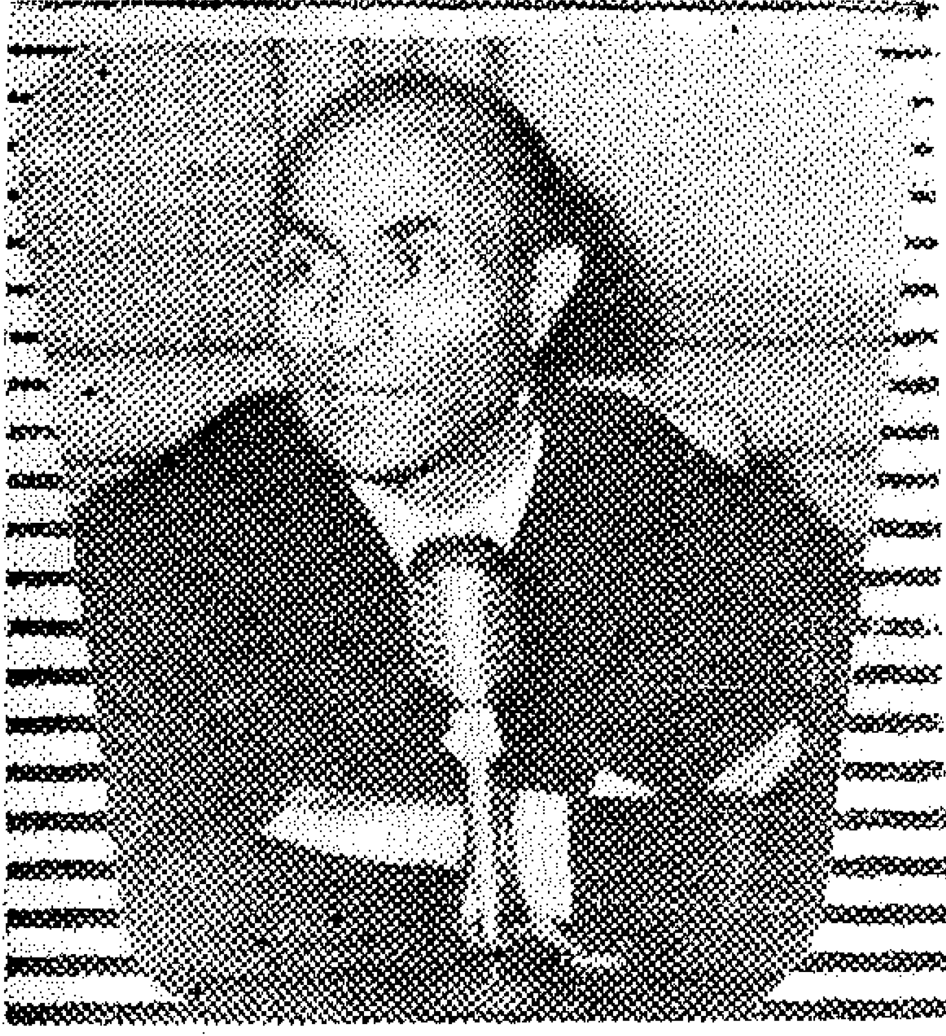
٤ ـ ٦ : اشتراك الجامعات فى أعمال الهيئات الدولية فى المجالين العربى والافريقى .

موجز .

كلمة السيد / رئيس شرف المؤتمر
وكلمات الســادة / ضيوف الشرف

فى جلسات
مؤتمر الدراسات الهندسية

من ٢ فبراير الى ٩ فبراير ١٩٦٧



كلمة
السيد المهندس
محمود يونس
نائب رئيس الوزراء
(يوم الخميس ١٩٦٧/٢/٢)

افتتح السيد / المهندس محمود يونس المؤتمر بكلمة أكد فيها حبه واعزازه لمعهده وقد جاء فيها : لست أعرف كيف ألقي كلمة بينكم ، وقد اعتدت أن أكون فى هذا المكان طالبا أستمع الى اساتذتى الأجلاء ، وانا أرى بينكم بعضهم ، ولذلك اخجل أن أكون فى موقف الاستاذ فى الوقت الذى يجب أن أكون فيه فى موقف الطالب . وانا أقر واعترف أننى دائما احترم واحب وأجل اساتذتى ولهم منى كل محبة وكل اعزاز وكل تقدير .

ثم ذكر سيادته أنه اطلع على البحوث والتقارير التى أعدت فيما يختص بالدراسات الهندسية وتطويرها وانه اذ يعتقد أنها كاملة وشاملة ليود ان يعبر عن انطباعاته عن هذا الموضوع ، وفيما يلى موجز لما ذكره سيادته عن هذه الانطباعات :

— مسئولية الجامعة مسئولية شاملة بالنسبة للوطن العربى عامة وبالنسبة للجمهورية العربية المتحدة .

— مسئولية كليات الهندسة مسئولية معلومة ومحدودة .

— التعليم الهندسى قد تطور ولكن ليس بالقدر الذى تطور به المجتمع وما يصبو اليه.

— لا يصح أن يحصل أحد على شهادة جامعية الا اذا جلس جنبا الى جنب لاجتياز الامتحان الجامعى لذلك .

— يجب أن يتم توزيع الخريجين بطريقة أكثر دقة بحيث تكفل الاستفادة الكاملة منهم ، حيث يقوم بعض الخريجين حاليا بالاعمال المخصصة الفنيين .

— النقص فى اعداد هيئات التدريس وذلك نتيجة للانتشار على نموذج مكرر ، والاجدر أن يكون هناك فى كل كلية شعب متخصصة بدون ازدواج ، وأن تستكمل هذه الشعب من ناحية المعدات وهيئات التدريس .

— قد لا يستطيع أن ينقد برامج التدريس ولكنه يستطيع أن ينقد الخريجين وما فيهم من عجز فى طريقة معالجة المشاكل الهندسية .

— يلزم تطوير نظام التدريب الصيفى بحيث يكفل الاهداف المرجوة منه .

— اعادة النظر فى الاعباء الملقاة على عاتق الاساتذة غير المتفرغين — وهل من الممكن أعفاؤهم من القاء المحاضرات والاستفادة منهم وبخبراتهم فى مجالس الاقسام ومجالس الكليات .



كلمة
السيد الدكتور
عبد المجيد العبد
رئيس الجهاز المركزى للتدريب
(يوم السبت ١٩٦٧/٢/٤)

تطوير التعليم الهندسى كأساس للتحول فى الهيكل الاقتصادى:

استهل سيادته الكلمة بأن التحول فى الهيكل الاقتصادى للأمم يعتمد أولا وأخيرا على التكنولوجيا والإنتاج الصناعى الذى يعتمد بدوره على المهندس . وهذا يشد الانتباه الى الاهتمام بتطوير التعليم الهندسى لمسايرة هذا التحول . ويبين شكل (١) مدى التطور فى التكنولوجيا منذ ١٩٥٠ حتى الآن ، كما يبين التطور المنتظر فيها فى الأعوام القادمة ـ الأمر الذى يتحتم من أجله زيادة الاهتمام بتطوير التعليم التكنولوجى .

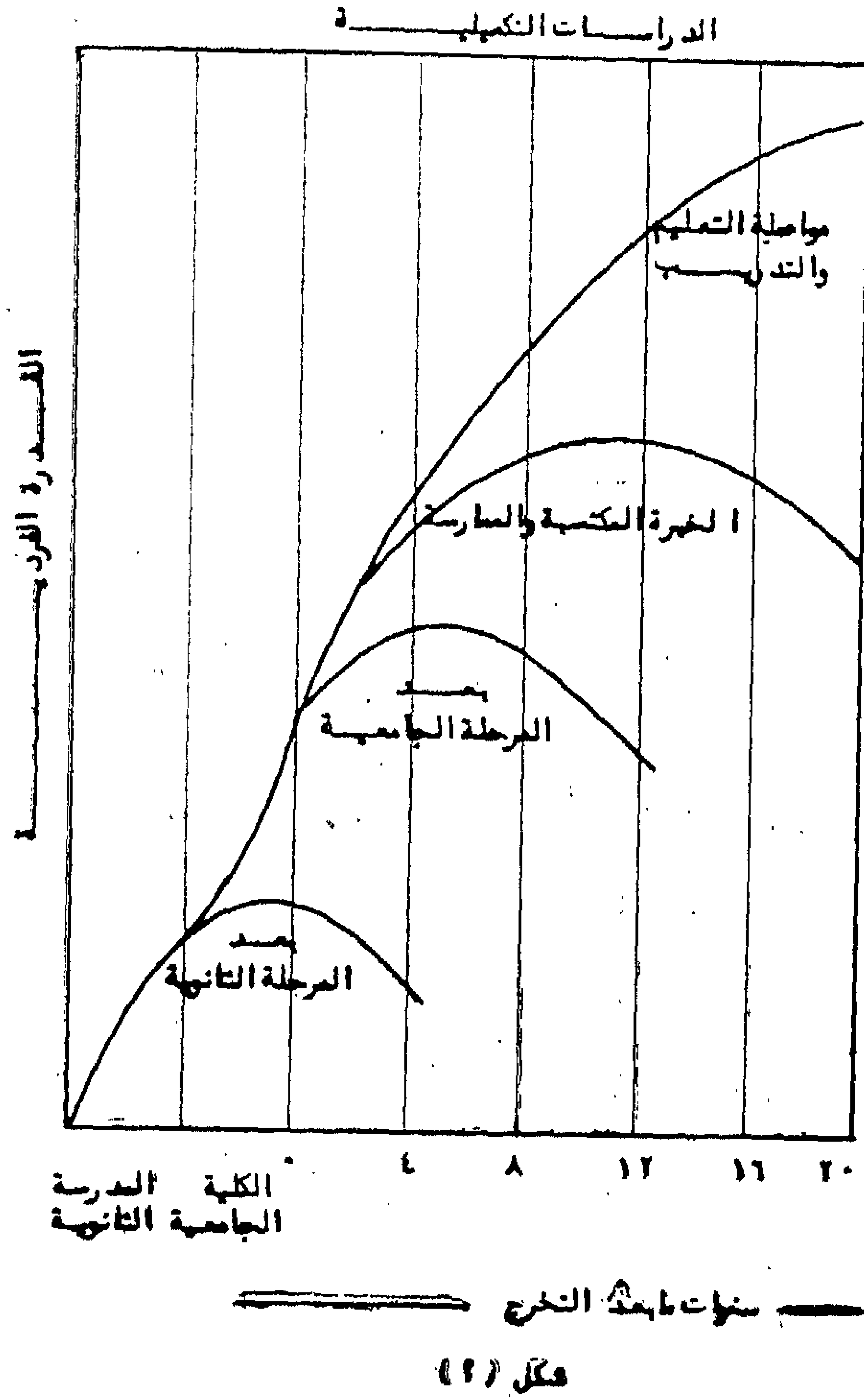
الدراسات الاضافية للدراسات الهندسية :

ثم ذكر سيادته أنه بالاضافة ألى الدراسات الهندسية فهناك دراسات أخرى يجب أن تتناولها برامجنا التعليمية ويشملها التطوير . وتتضمن هذه الدراسات الاضافية مجالات ثلاثة رئيسية :

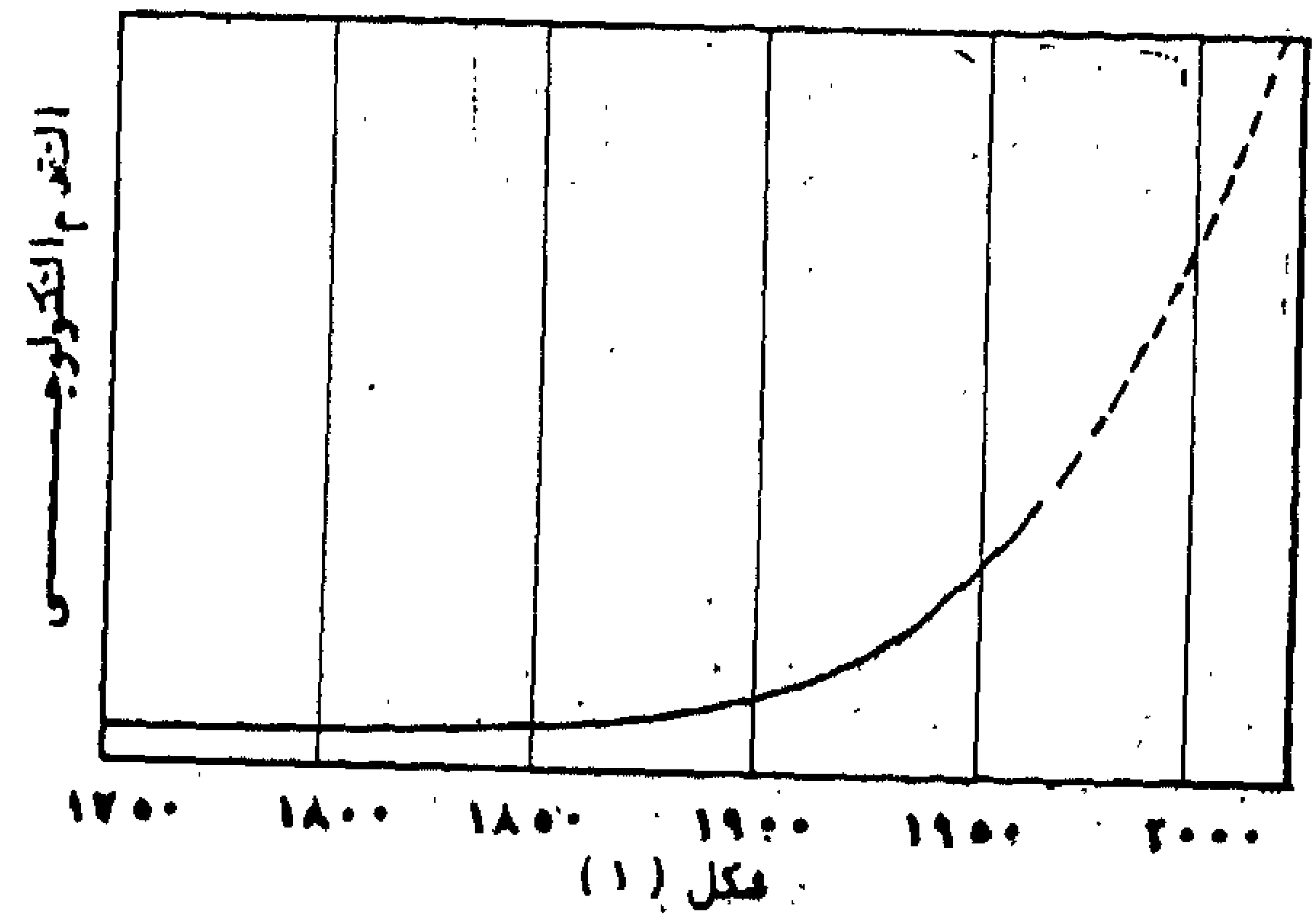
(أ) مجال الاقتصاد : فان المام المهندسين بالنواحى الاقتصادية أمر حتمى حيث أنهم يلعبون دورا إساسيا فى خطط التنفيذ .

(ب) مجال الادارة : واهمية هذا المجال للمهندس واضحة تماما حيث انه يعمل فى قمة المجموعة الهندسية ، وما يمكننا عمله فى هذا الصدد هو تنمية المواهب الادارية فى خريج كلية الهندسة .

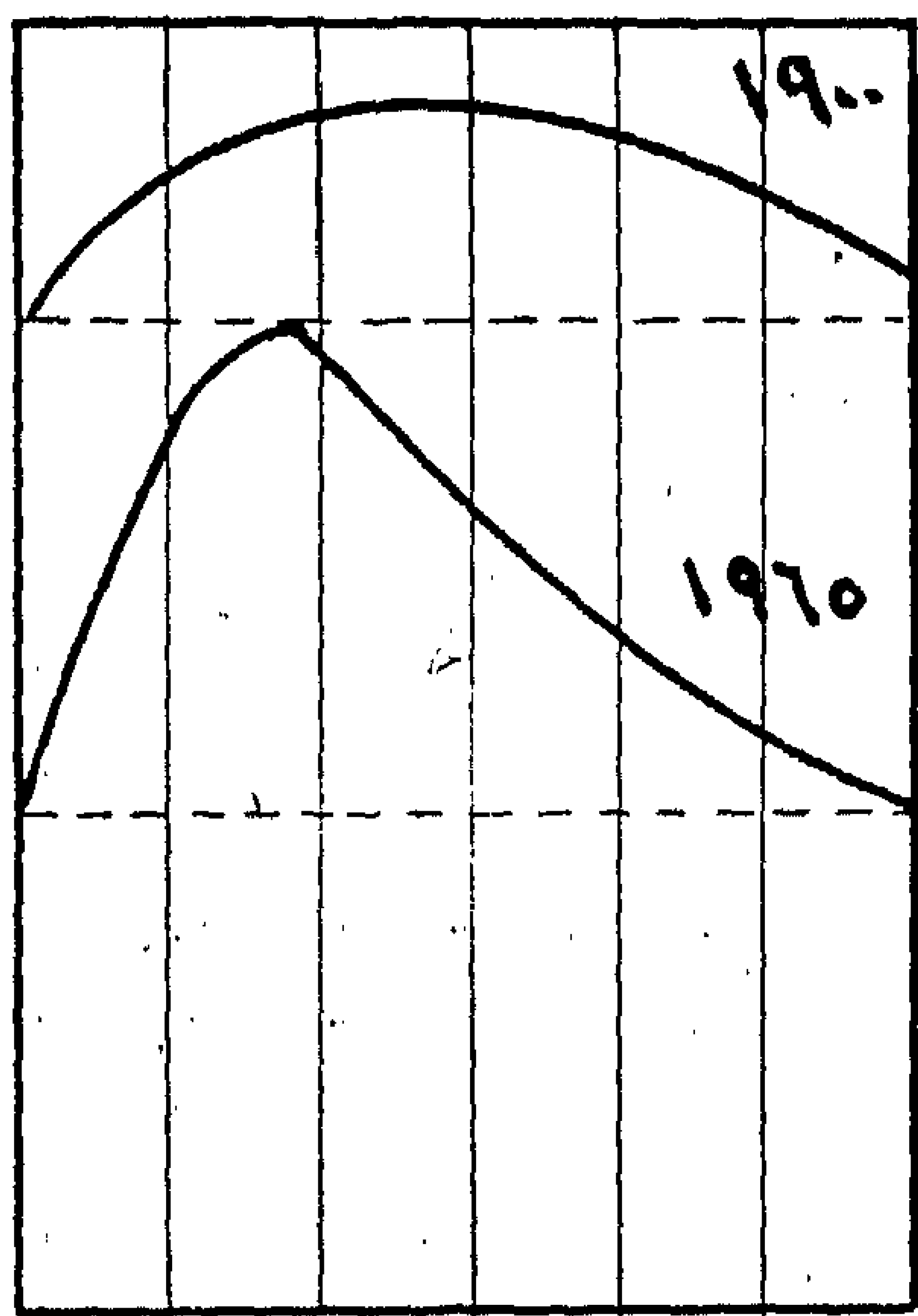
(ج) مجال القوى العاملة : وتبرز أهمية دراسة هذا المجال فى الدور الذى يلعبه فى انجاح المشروعات من الناحية الفنية والاقتصادية ، اذا ما تم اعداد هذه القوى العاملة على قدر كبير من التناسق والكفاءة . فالقمة مثلا لايمكن أن تقوم بالدور المنوط لها ما لم توجد حلقة وسطى بين المهندس والعامل .

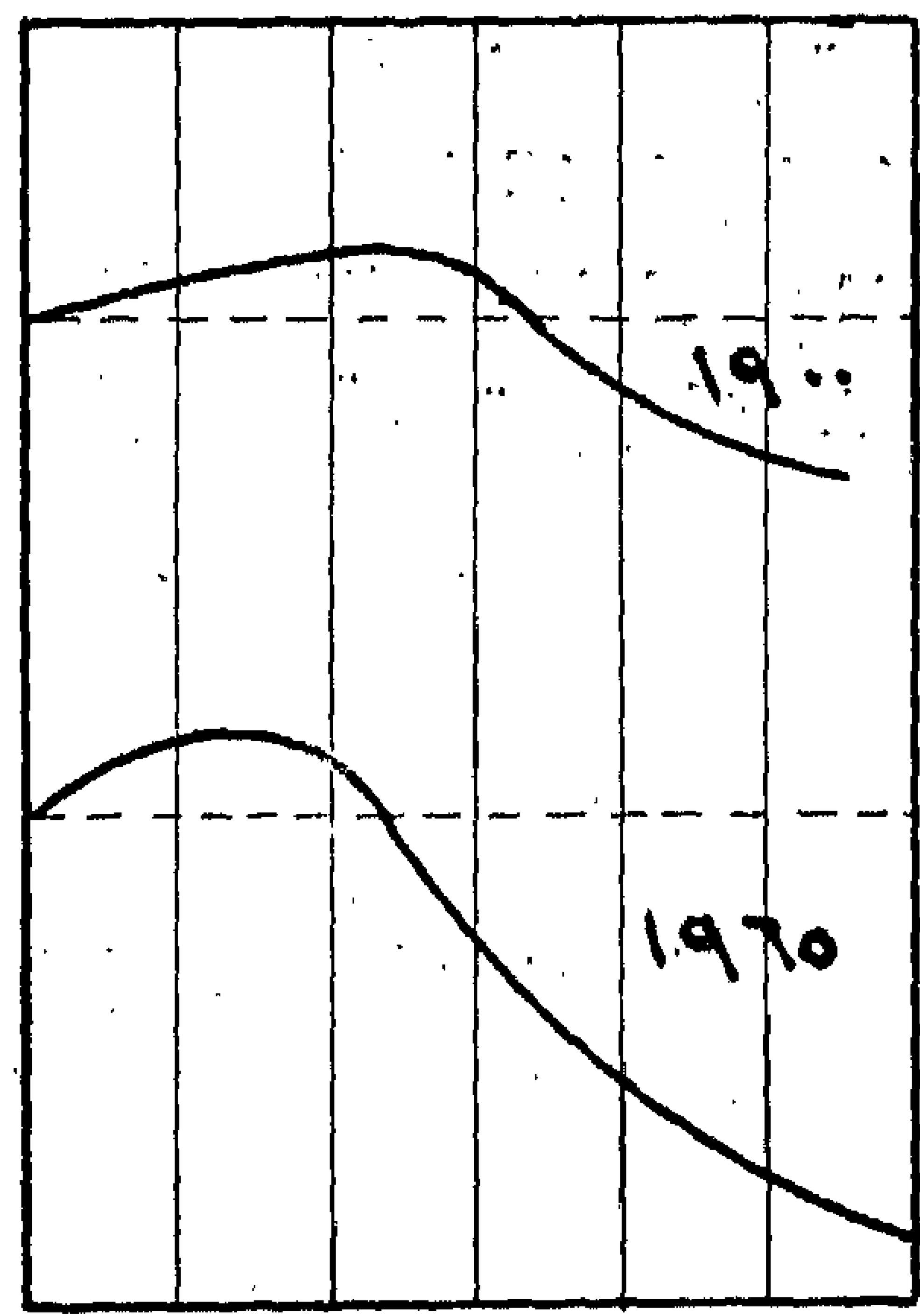


شكل (٢)



شكل (١)





الدراسات التكميلية للخريجين :

وجدير بالذكر ان المهندس فى حاجة الى مواصلة الدراسات الهندسية والاضافية ومتابعة التطور فيهـا بعد التخرج . ويبين شكل (٢) انه فى المجال التكنولوجى كان المهندس فى الماضى يستطيع الوصول الى ذروة كفاءته العلمية فى سن الخامسة والأربعين نظرا لا نخفاض معدل التطور العلمى التكنولوجى فى الماضى ، وان المهندس كان يعتمد على الجهد والخبرة لزيادة كفاءته العلمية . أما فى العصر الحالى فان المهندس يستطيع الوصول الى ذروة كفاءته العلمية بعد عشر سنوات من التخرج ثم ينحدر بسرعة كبيرة طالما لا يساير التقدم التكنولوجى الذى يسير حاليا بخطى ثورية واسعة نحو التقـدم والتطور . ولكى يستطيع المهندس مسايرة معدل التقدم التكنولوجى الحديث ، يلزم تزويد المهندس بالتعليم والتدريب التكميلى وهذه ــ بلا شك ــ احدى رسالات الجامعة التى يجب أن توليها عنايتها ورعايتها .

وتقع مسئولية الدراسات التكميلية ــ بالاضـافة الى الجامعــة ــ على الانشطة الاقتصــادية المختلفة كالصــناعة مثلا التى يجب ان تضطلع بجزء من هذه المسئولية بصفتها الجهة الاولى المستفيدة ــ كما يجب أن تقوم الهيئات العلمية بدورها الطليعى فى هذا الشـأن . وكذلك لا يمكـن اغفال دور الفرد ذاته فى تطوير نفسه واستكمال معلوماته التكنولوجية والهندسية فى مجال تخصصه .

الترابط بين الجامعة والهيئات الانتاجية :

وقد أكد سيادته أهمية تشجيع وانماء الترابط والتعاون الوثيق بين الجامعـة والهيئات الانتاجيــة واقترح ســيادته ان يولى موضوع تدريب الطلاب فى الهيئـات الانتاجية كل عناية لما لذلك من فوائد كثيرة منها اعطاء الطالب فرصة أثناء دراسـته ليكتشف ميوله ومواهبـه تجـاه تخصص معين يلتزم به ويلتحق به عن اقتناع وعلى اساس سليم ، هذا الى جانب إن احتكاك الطالب بالعمل الواقعى يساعده على تكوين شخصيته واعتماده على نفسه .

كما اقترح سيادته ضرورة اشتراك هيئات التدريس فى دراسة مشاكل التكنولوجيا فى المجتمع والاسهام فى ايجاد الحلول لها ، بالاضافة الى ادماجهـا كأمثلة تطبيقية فى برامج الدراسة . وذكر سيادته كذلك اهمية متابعة أساليب العمل فى بلدنا وفى الدول المتقدمة .

وخلص سـيادته فى النهاية الى وجوب زيادة التعـاون والصلات والاحتكاك بين التعليم الهندسى والتكنولوجى والهيئات المستفيدة منه بصفة عامة ليتسنى لنا تطوير اساليبنا والنهوض بها لتحقيق الاستثمارات الضخمة المرجوة من مشاريعنا .



كلمة
السيد المهندس
حلمى السعيد
رئيس الجهاز المركزى
ونقيب المهندسين

(يوم الاحد ١٩٦٧/٢/٥)

تناولت كلمة السيد المهندس حلمى السعيد الموضوعات الآتية ، وفيما يلى موجز لها :

سياسة الأجور :

ان أول نقطة تلفت نظرى عند دراسة التعليم الجامعى عموما والتعليم الهندسى على وجه خاص ان نلمس سياسة الاجور وان يكون لنا رأى فيها ، وان تكون هناك أجهزة تكونها من حضراتكم مثلا لدراستها . وفى تصورى انه عند دراستنا للتعليم الهندسى ، يجب أن نعرف المهندس الذى نفرض عليه هذا القدر من التعليم ، مستقبله وكيف يبدأ حياته وما هو أجره وفرص العمالة أمامه سواء فى القطاع العام او القطاع الحكومى ؟ وهل نزيد دخل المهندس بالبدل الذى نسميه حاليا بدل التفرغ والذى هو فى حقيقته تكملة اجر . ان الدراسة الهندسية من وجهة نظرى على اساس انها تخرج مهندس بمقارنتها بالدراسات الاخرى اعتبرها دراسة شاقة جدا . فهل هذا الشخص بعد هذه الفترة الطويلة التى يقضيها فى كلية الهندسة نساويه بزميل له درس دراسة أخرى نظرية أو درس العلوم الانسانية ؟ الحقيقة أن الموضوع يستحق التفكير ، ويستحق منا بصفتنا زملاء لمهندس المستقبل ، أن نبدى رأينا فى الأجور التى يستحقها من يتعلم الهندسة ويمارسها فى المستقبل .

ازالة الطائفية :

والنقطة الثانية التى أحب أن أثيرها والتى أعتبرها نقطة من النقاط الهامة ، هى ان التعليم الجامعى عموما يجب أن يعمل على ازالة الطائفية . فعندنا طوائف كثيرة ليس فقط مسألة المعاهد والكليات ولكن بين الكليات المختلفة ، فسياسة التعليم السابقة الطويلة ، أوجدت فى البلاد طائفية . وأنا بصفتى حاليا مسئول عن الأفراد ، أجدها وأحس بها ، بين طوائف العاملين سواء فى الوظائف الحكومية أو

فى القطاع العام . ان عيب الطائفية الشديد ، انها لا تجعل مجموعة العاملين فى عمل واحد متعاونين ، فكل واحد يحاول أن يقلل من شأن الآخر ، بينما لا نجد هذا أو أو نحس به فى الدول التى سبقتنا ، فكل واحد يعرف تخصصه وقدرته على العمل ، وكل واحد يكمل الآخر والطائفية بين المهندسين وجدت نتيجة لسياسة التعليم . والطائفية موجودة كذلك بين المهندسين وخريجى كليات العلوم . ومن منكم يعملون فى القطاع العام يمكنهم أن يلمسوا هذه الطائفية . كذلك كان هناك فى بعض السنوات ومنذ فترة ليست طويلة طائفية بين المهندسين وخريجى كليات التجارة بالنسبة لادارة الأعمال أو القيام بمسئولية التنفيذ فى وحدات العمل الكبيرة . وفى رأيى أن هذه المشكلة يجب أن تحل من الأساس أثناء مرحلة التعليم ، حتى نتمكن من تخريج تخصصات مختلفة تعمل جميعا بدون أن يقلل أحدهم من شأن الآخر ، بل يعملون كمجموعة متكاملة يرفع بعضهم من شأن بعض .

تدعيم التعليم المتوسط :

ومن الموضوعات التى أحب أن تنال اهتمام المؤتمر ، موضوع تدعيم التعليم المتوسط ، فمن المعروف أنه قبل صدور قرارات التأميم الاشتراكية عام ١٩٦١ كنا نشكو من عدم وجود فرص عمل كثيرة للشهادات المتوسطة ، أو التعليم المتوسط ، حيث كانت الشركات تحت سيطرة الأجانب ، وكان المصريون ليس لهم مجال عمل فى بداية حياتهم العملية ، لذا كان الاقبال على التعليم الجامعى حيث توجد عندنا أكبر نسبة فى العالم من المتعلمين جامعيا . أما بعد عام ١٩٦١ أصبح بالقطاع العام عمالة مصرية فعلا تبلغ (٩٠٠٠٠٠) تسعمائة الف عامل .. ومع ذلك لازال الاقبال على الجامعة شديدا ، أو يزداد حده بين آن وآخر . واننا نجد فى تقرير اللجنة الفنية التحضيرية أنها تطالب بعلوم معينة للثانوية العامة حتى تعد الطالب لدخول كلية الهندسة . وفى الحقيقة أريد أن أوضح أننا لو أمكن أن نعد الطالب فى المرحلة الثانوية لأن يدخل مجال العمل وأن تكون هذه المرحلة ليست مرحلة اعداد للجامعة فقط ، ولكن مرحلة اعداد للفرد ، لأن يدخل ميدان العمل كذلك واننا لنجد الحاصلين على الثانوية العامة الآن عندما يدخلون ميدان العمل لا يصلحون وربما كان الحاصلون على الثانوية الفنية سواء الصناعية أو الزراعية أو التجارية أصلح منهم بكثير بينما الجامعة تحتاج الى الحاصلين على الثانوية العامة ثم هى أيضا لا تستوعبهم جميعا . ومن رأيى أن نفكر أيضا فى برامج التعليم الثانوى بحيث ان الفرد الذى ينتهى منه يكون صالحا لمزاولة العمل وبذلك يمكن تقليل الضغط على الجامعة ويصبح التعليم بها أكثر جدية ، واذا وجدت هذه التوصية قبولا لدى حضراتكم ، يمكننا بعد ذلك أن ندخل فى نقطة البرنامج الموجودة فى الدراسة التحضيرية والذى لا يساعد فى الواقع أى فرد لم يستطع تكملة دراسته من استكمالها . ونحن فى سياستنا قد أشار السيد الرئيس أكثر من مرة بأنه لابد من تكافؤ الفرص — ومعنى ذلك انه لو اضطر شخص ما أن يقطع مرحلة تعليمه لظروف اجتماعية أو خلافه والتحق بعمل ، أن يتمكن من استكمال دراسته سواء بعد سنة أو سنتين أو عشر سنوات . فمثلا لو منع اى عامل ماهر من الدخول فى كلية الهندسة ليصبح مهندسا فكأننا فى حقيقة الأمر نقف عقبة أمام الأفراد الذين يريدون زيادة انتاجهم أثناء عملهم أو اشتغالهم بالقطاع العام .

ورأيى الشخصى أن نفكر فى البرامج الواجب وضعها لمثل هؤلاء الأفراد ليتمكنوا من استكمال دراستهم الجامعية نظرا لعدم حصولهم على الثانوية العامة لمباشرتهم العمل كمهنيين . فلو قفل باب الجامعة أمام المهنيين او الحرفيين نكون بهـذا لا نطبق مبدأ تكافؤ الفرص ــ ولذا يجب أن نبدأ فى ايجاد حل لتمكين مثل هؤلاء الأشخاص من أخذ فرصهم وفى رأيى أن مثل هذا الأمر يحتاج لبرامج خاصة وامتحانات خاصة بحيث أن الخبرة التى نالها مثل هؤلاء الأفراد أثناء عملهم يكون لها وزن تماما مثل الناحية النظرية التى نالها الدارس فى الثانوى .

تحديد اعداد ومستوى الخريجين طبقا للاحتياجات الفعلية :

نقطة اخرى أحب أن ألفت النظـر اليهـا ، وهى ان المذكرة ، عرفت ما هو المهندس ؟ وما هى المطالب اللازمة للمهندس ؟ وهناك دراسات سابقة عن التعليم الجامعى عملت منذ سنتين أو ثلاث وحددت المستويات التى تعمل بمهنة الهندسة وأنا يهمنى ــ وربما أتكلم بصفتى رئيس الجهاز المركزى للتنظيم والادارة ــ أن يتضح بالضبط هل يمكن لأى فرد أن ينال جزء من التعليم فقط ثم يستكمل تعليمه بالخبرة ويعمل فى مستوى المهنــــدس ؟ وهل هذا مطلوب حاليا أو غير مطلوب ؟ وأظن أن حضراتكم قد اطلعتم على التقرير الأمريكى عن التعليم الهندسى حيث أوضح أن المهندس الحاصل على بكالوريوس الهندسة لم يعد كافيا وانهم يريدون شهادة اعلا من البكالوريوس ، لكى يصبح شخص ما مهندسا . فما هو نصيب الخبرة التى يحصل عليها الفرد الذى لم يستكمل تعليمه ؟ هل نقول أنه مهندس لم نقول انه فنى ، ونسمح له بالأجر الى أعلا المستويات . هـذه نقطة تحتاج الى بحث المؤتمر حتى يكون الموضوع واضحا لنا .

كذلك تحدث التقرير عن كلية الهندسة نموذجية من وجهة نظره وأريد أن اتساءل هنا لمـاذا لا تعمل لجنة مسحا عن المهندسين وما يعملونه أو فى اى فرع من النشاط يؤدون العمل . فانا مثلا كمهندس مدنى عملت فى المساحة لفترة ، صحيح أنها قصيرة ، لكننى لم استخدم فيها ولا كلمة مما تعلمته فى كلية الهندسة وكان هذا فى بدء حياتى يعتبر صدمة واننا عندما نبحث عن الوظائف الفعلية وكلنا فى وزارات وشركات يمكننا تحديد ما هو المطلوب من المهنـدس ومن الذى يعمـل عندنا ؟ وعندئذ يمكن تحديد القدر الذى يحتاجه من التعليم ، وهذا يجعلنا نرجع الى الدراسة بالكلية ابتداء من السنة الاعدادية ، وامكانيات الكلية بالنسبة لعدد الطلبة ، كذا نبحث الاحتياجات وكم من المهندسين الذين يتخرجون من كليـات الهندسة يستخدمون كل العلوم التى تعلموها بالكلية ، ونسبتهم الى المهندسين الذين يستخدمون جزءا بسيطا من هذه العلوم . فاذا كان هناك اختلاف فى وجهات النظر ويرى البعض تضييق التخصصات ، بينما يرى البعض الآخر توسيع هذه التخصصات ، فعلينا اذن أن نقارن أو نفاضل بين هذين الاتجاهين فى ضوء مميزات وعيوب كل منها . كذا تحديد احتياجاتنا من المهندسين وما هو مستوى المهندس المطلوب من ناحية الدراسة التى سيتعلمها فى الكلية ، هذه هى النقاط التى اذا بدأنا بها أمكننا أن نحقق الغرض من التعليم الهندسى .

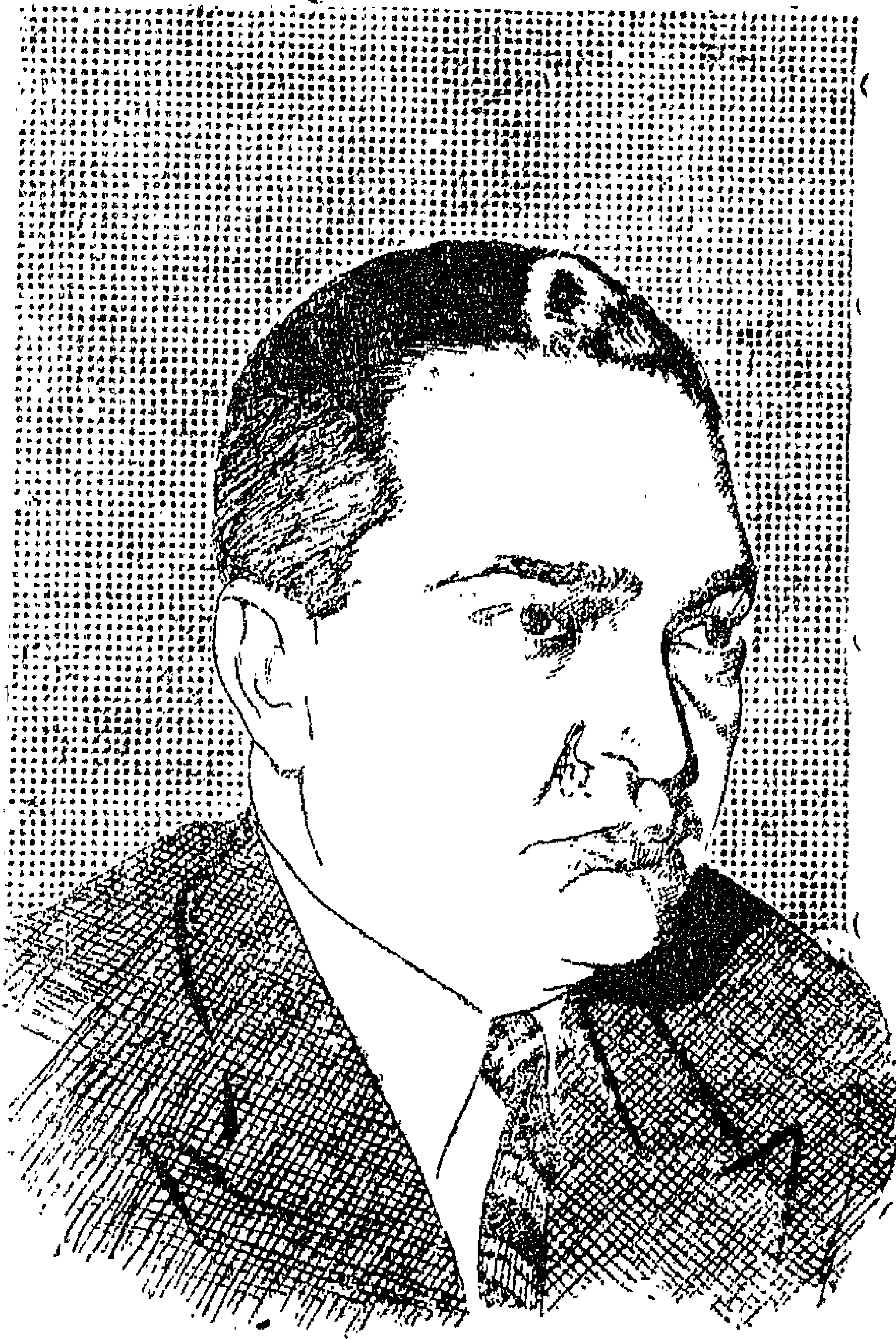
ومنذ ثلاث سنوات كان هناك اقتراح بان تكون مدة الدراسة بكلية الهندسة ثلاث سنوات والسنتان التاليتان تكملهم لزيادة التخصص وبهذا يكون لدينا نوعان من المهندسين ، مهندس تنفيذى ، ومهندس مصمم ، ربما يكون لهذا الراى بعض العيوب ، ولكن من وجهة نظرى ربما يكون له بعض المزايا ، لذلك اقترح ان نعمل مسحا لكل الوظائف التى لدينا وخصائصها ، وكيفية الاستفادة من امكانيات الكليات الهندسية ومعاملها ، أحسن استفادة ، حتى نفى باحتياجات البلاد .

ضرورة تدعيم الدراسات العليا :

اننى أعتقد ان الدرجات العليا التى تمنحها كليات الهندسة قليلة ويمكن زيادتها بتدعيم الدراسات العليا حيث لا يعقل ولا ينبغى أن يكون عدد الحاصلين على الدكتوراه والماجستير من الداخل قلائل ، مع وجود عدد كبير من الأساتذة المتخصصين المتازين . ويجب البحث عن سبب ذلك ، وعن الحل . وأعتقد أن عملية تفرغ الأساتذة للتعليم الجامعى يعتبر عملية هامة جدا حتى يمكن أن نخرج أكبر عدد من الأساتذة للجامعات ، فليس من المصلحة ان ننشىء كلية هندسة بدون أساتذة متفرغين لها . ويجب أن يأتى الوقت الذى نجد فيه أساتذة متفرغين للدراسات العليا والأبحاث فقط حتى نخرج أكبر عدد ممكن من الأساتذة الجامعيين ، كذلك فان اتصالنا بالدول الأخرى مفيد وضرورى ولكن ليس من الضرورى الاكثار من البعثات للحصول على الدكتوراه من الخارج ويكفى أن نرسل شخص حاصل على الدكتوراه ، فى حالة الحاجة الى استيعاب نوع من الدراسات الجديدة الحديثة ، حيث أن الحاصل على الدكتوراه لا يحتاج الا لمدة بسيطة لاستيعاب هذه الدراسات ونقلها لبلده ، كما ان الفائدة التى ستعم ستكون أكثر بكثير .

ملحوظة أخيرة عن تقرير اللجنة التحضيرية :

والنقطة الأخيرة انه مع المجهود الكبير الذى بذل فى تقرير اللجنة التحضيرية أحب أن أوجه النظر الى أن التقرير خاص بتنظيم التعليم الهندسى فى كلية الهندسة ، وليس تقريرا لتخريج مهندسين ، وحساب الامكانيات الحالية من هيئة التدريس ، أو من المعامل أو من الاحتياجات الفعلية .



كلمة
السيد الدكتور
مصطفى خليـــل
نائب رئيس الوزراء السابق
لشئون الصناعة

« يوم الثلاثاء ١٩٦٧/٢/٧ »

استهل السـيد/الدكتور مصطفى خليل حديثه بشرح الدور الذى يمكن أن تسهم به الجامعات لتحقيق أهداف المجتمع الاشتراكى، ثم استطرد سيادته الى دراسة العوامل المؤثرة على التعليم الجامعى فى الجمهورية العربية المتحدة .

يقوم المجتمع الاشتراكى على أساس تخطيط علمى شامل لكافة مجالات أنشطته ، والدور الذى يمكن للجامعات أن تسهم به لتحقيق أهداف المجتمع الاشتراكى هو :

١ ـ (أ) أن تساهم بمجهودها العلمى فى وضع خطط التنمية .

(ب) أن تساهم فى بحث نتائج تطبيق هذه الخطط وتقييمها واستقراء النتائج العلمية .

(جـ) أن تساهم فى تنفيذ الخطة سواء فى مرحلة الانشاء أو التشغيل وذلك بتطبيق الأسلوب العلمى فى النواحى الفنية أو الادارية أو الاقتصادية ـ والمساهمة فى حل ما يعترضها من صعاب كذلك باعداد حلقات دراسية لبحث موضوع معين أو تنظيم دراسات متخصصة « بدون منح درجة جامعية » لموضوعات تتبين الحاجة اليها للافراد القائمين على أجهزة القطاع العام .

(د) المشاركة فى الأبحاث الخاصة بالبحث عن مصادر الثروة المعدنية أو استخدام الخامات المحلية للانتاج .. الخ .

٢ — ولا يقتصر دور الجامعة فى خدمة المجتمع على أن تسير كتابعة ومنفذة فقط — بل يجب أن تلعب دورها كحاملة لمشعل الفكر الذى ينير للمجتمع طريقه فلا تحجب مشكلات الحاضر وتستغرق تفكيره عند تحديد طريقة لمستقبل أعظم

٣ — الجامعة أيضا هى المحافظة على التراث القومى لأمتها ومقومات شخصيتها وحضارتها — وثقافتها ولغتها — ويجب أن تساهم الجامعة مساهمة فعالة فى تصحيح هذه المفاهيم والعمل على ازدهارها وتقدمها .

٤ — أن تلبى احتياجات المجتمع من الاخصائيين والباحثين واعدادهم على أرفع مستوى علمى — طبقا لما تحدده خطط التنمية .

ثانيا — العوامل المؤثرة على التعليم الجامعى فى الجمهورية العربية المتحدة :

١ — ارتباط سياسة التعليم العالى بالوجود المصرى الاشتراكى فى المجال العالمى والافريقى والعربى :

ففى المجال العالمى تلعب ج.ع.م دورا هاما كدولة تنادى بسياسة التحرر من الاستعمار وحق الشعوب فى تقرير مصيرها وتنادى باقامة علاقات بين الدول مبنية على الاحترام المتبادل مع تحررها من الانحياز أو الرضوخ لسياسة القمع والقوة .

كما تنادى بالمساواة والحرية للافراد بدون تفرقة للعقيدة أو الجنس أو اللون — كما تنادى باقامة حياة اجتماعية تستند على الكفاية والعدل وعدم الاستغلال الطبقى فهى تهدف الى اتاحة الفرصة الحقة أمام كل فرد للتقدم حسبما يطيقه استعداده وجهده . كما أن زعامتها الرشيدة قد أوضحت قيمة العلم فى بناء الشعوب وهى تدعو بشدة والحاح الى العمل على تقصير شقة التخلف العلمى بين الدول النامية والدول المتقدمة كأخطر أنواع التحدى أمام كيان ووجود هذه الدول .

كل هذا يترك أثره على سياسة التعليم العالى والجامعى منه على وجه الخصوص اذ أنه يحتم ضرورة استمرار اتصالنا بتيار العلم فى الدولة المتقدمة علميا بصرف النظر عن نظامها السياسى — وذلك عند تبادل الأساتذة أو ارسال أو قبول البعثات أو الاتصال العلمى بين الجامعات أو المساهمة فى نشاط الجمعيات العلمية الأجنبية أو تبادل المؤلفات أو الدوريات والمجلات العلمية .

كذلك يجب قيام الجامعات بالعمل على التقدم فى التيار العلمى وتطوير برامجها العلمية بتدريس ما يستجد من علوم وأن تحافظ على المستوى العلمى المتقدم بالمقارنة بالجامعات الأجنبية الكبرى .

أما من ناحية ما تفرضه سياسة التحرر التى تنادى بها ج.ع.م فانه يتعين على الجامعة وعلى الأساتذة على الأخص أن تتضمن مؤلفاتهم ومناهج دراستهم أو مايشيرون به من مراجع لقراءة الطلبة تأييد بل والمساهمة فى العمل على تعميق هذه المفاهيم التحررية وغرسها بكل الوسائل فى برامج كل كلية حسب طبيعة دراستها — أما بالنسبة لجميع الكليات فانه يجب أن يدرس الطلبة بعض العلوم الانسانية التى تتضمن تأييدا لهذا الاتجاه .

كذلك نتأثر بوجودنا فى المجال الافريقى بدرجة أكبر من ناحية ما ننادى به من مبادىء التحرر لشعوب هذه القارة — ومع استعدادنا للمساهمة فى مشروعات التنمية بها ودفع عجلة التقدم الاجتماعى لشعوبها .

كل هذا يفرض على التعليم سياسة خاصة عند النظر الى وجودنا فى المجال الافريقى وذلك عن طريق :

١ ـ تضمين مناهج كليات الجامعة أو المعاهد دراسات تتناول موضوعات تهم الافريقى اذا حضر للدراسة فى جامعاتنا ومعاهدنا ـ أو تؤهل المصرى لتفهم الحياة اذا عمل فى القارة الافريقية .

وفى كليات التجارة والاقتصاد يتضمن المنهج دراسات عن اقتصاديات الدول الافريقية الخ .

وفى كليات الحقوق يتضمن المنهج دراسات عن الأوضاع السياسية والدولية لهذه الدول وشعوبها الخ .

٢ ـ تنظيم دراسات أو دبلومات عليا لتأهيل الموفدين الى بلاد افريقية .

٣ ـ اعطاء نوع من العناية بشئون القارة الافريقية فى مجال البحوث والتأليف وتبادل الأساتذة .

٤ ـ فيما يختص بالطلبة الافريقيين الوافدين الينا فان الأمر يتطلب دراسة التوسع فى المنح الدراسية اذ أن غالبية الطلبة الافريقيين لا تسمح لهم مواردهم المالية بذلك . كما يتعين ضرورة تقرير سياسة فيما يختص بانشاء كلية خاصة لهم أو قبولهم فى كليات الجامعة أو المعاهد العليا مع دراسة ما يقابل ذلك من مشكلة اللغة .

وفى المجال العربى ـ نتأثر بوجودنا فى المجال العربى أيضا بدرجة كبيرة لاسيما وأنه يجب أن يوضع فى الاعتبار أن ج.ع.م هى قلعة التحرر فيه وان خريجى جامعاتها يساهمون مساهمة فعالة فى خدمة دول وشعوب المنطقة فى مختلف النواحى ـ كما أن ج.ع.م هى مركز الاشعاع الروحى والاجتماعى للعالم العربى فى مجال تقدم الثقافة العربية والتقدم العلمى العربى وان ج.ع.م هى مركز الدعوة التى تعمل لتحقيق الوحدة العربية كما يجب الا تغيب عنا حقيقة هامة أخرى وهى ان جامعاتنا ومعاهدنا تستقبل سنويا عددا كبيرا من أبناء الدول العربية .

كل ذلك يفرض أيضا على جامعاتنا ومعاهدنا النظر الى هذه الاعتبارات عند النظر فى مناهجها ونظمها .

٢ ـ نظام الجامعات كمؤسسات فى الدولة :

حتى يمكن للجامعات القيام بتحقيق أهدافها فانه يجب أن تطبق عليها نفس السياسة التى تطبق حاليا على مؤسسات القطاع العام ووحداته الانتاجية وذلك بأن يكون هناك تخطيط مركزى مع ضمان حرية العمل التنفيذى البعيد عن الروتين والبيروقراطية لهذه الوحدات .

وبتطبيق ذلك على الجامعات نرى الأخذ بالمبادىء الآتية :

١ ــ تعديل تشكيل المجلس الأعلى للجامعات بحيث تمثل فيه أجهزة التخطيط وبعض الوزارات والخبراء والاتحاد الاشتراكى .

٢ ــ أما عن اختصاصات المجلس الأعلى للجامعات فنرى أن يقتصر عمله على التخطيط ورسم الأهداف ومتابعة تنفيذها عن طريق ما يصله من تقارير من الجامعات والنظر فى مشروعات اللوائح أو القرارات والقوانين وابداء الرأى فيها .

ونتيجة لذلك لا يدخل ضمن اختصاصات المجلس الأعمال التنفيذية سواء ادارية أو مالية أو شئون ميزانية أو مشتريات كما لا يدخل فى اختصاصه شئون هيئات التدريس بالجامعات من تعيين أو ترقية أو ندب أو اعارة أو جزاءات فجميع هذه الأمور يترك بعضها للجامعات أو الكليات أو الأقسام .

كما لا يدخل فى اختصاص المجلس الأعلى تحديد برامج الدراسة بالكليات والمناهج وساعات التدريس بل يترك أمرها للكليات الا أن للمجلس أن يطلب الى الجامعات والكليات تعديل برامجها بما يضمن تحقيق أهداف الجامعة من ناحية علاقاتنا بالعالم الافريقى والعربى وتحقيق أهداف المجتمع الاشتراكى على أن يترك لها تفاصيل تنفيذ ذلك كله . كما يتبع هذا المجلس مكتب تنسيق القبول للجامعات .

٣ ــ ارتباط سياسة التعليم العالى بسياسة اعداد وتدريب وتعليم الأفراد فى المراحل السابقة له ــ وذلك لمواجهة احتياجات المجتمع الاشتراكى :

حتى يمكن للجامعة تلبية احتياجات المجتمع فى اعداد خريجين بالاعداد والتخصصات المطلوبة فان الأمر يحتم أن تسبق خطة اعداد الأفراد خطط التنمية الاقتصادية .

الا أن تنفيذ ذلك كان مستحيلا عند بدء الخطة الأولى ومازال الأمر كذلك بعض الشىء بالنسبة للخطة الثانية .

كما نتج عن زيادة اعداد المتعلمين زيادة كبيرة فى المراحل السابقة للتعليم العالى وخصوصا فى مرحلة الثانوية العامة أن تولدت ضغوط كبيرة لقبول اعداد كبيرة بالجامعات وخصوصا بالكليات النظرية ، وكذلك انشاء معاهد عليا أصبحت صورة مهزوزة لبعض الكليات الجامعية وقبل بها طلاب لا يؤهلهم مستواهم العلمى لدخول الجامعات .

ولقد نتج عن هذا الوضع زيادة اعداد المتخرجين فى غالبية التخصصات الجامعية عن احتياجات المجتمع مما أدى بالدولة الى فتح اعتمادات اضافية لتوزيعهم على مختلف الأنشطة وفى كثير من الأحيان رغم عدم حاجة العمل اليهم فى الجهات التى يلحقون بها .

ولقد ترتبت على ذلك اضرار شتى ؟

(أ) عدم استفادة المجتمع من هؤلاء الخريجين رغم ما صرف عليهم من جهد ومال

(ب) شعور الخريج الجامعى نفسه بشعور نفسانى سىء لشعوره بعدم حاجة جهة العمل اليه .

(جـ) فرض اعداد تزيد عن حاجة العمل يتنافى مع مبدأ الادارة الاقتصادية للجهات التى يفرضون عليها .

(د) ان قبول هذه الأعداد الكبيرة بالجامعة مع عدم كفاية أعضاء هيئة التدريس والمكتبات والتجهيزات المعملية بل والمبانى لهم — قد أدى الى هبوط محسوس بمستوى الكيف فى التعليم الجامعى — الأمر الذى يجعل من المستحيل اعداد الخريج الجامعى على أعلى مستوى علمى مما يجعلهم غير صالحين تماما لتحمل مسئولية المستقبل التى يلعب فيها التطور العلمى دورا مناضلا .

لذلك فانه يكون فى صالح المجتمع والفرد أن يحل مبدأ « جامعة الاعداد اللازمة لاحتياجات المجتمع » محل جامعة الاعداد الكبيرة .

على ان السبب الرئيسى للضغط على التعليم الجامعى بهذه الاعداد الكبيرة يكمن اساسا فى زيادة عدد خريجى مرحلة الثانوية العامة عن الحاجة اليهم .

فكلما كانت هناك اعداد هائلة من خريجى الثانوية العامة فان هذه الاعداد ستولد ضغوطا تؤدى فى النهاية الى قبول اعداد تفوق حاجة المجتمع اليهم بالجامعات .

لذلك فان أى بحث لنظم التعليم الجامعى — يجب أن يسبقه ضرورة بحث انظمة التعليم والتدريس والتدريب المهنى فى المراحل السابقة للتعليم الجامعى وتنشأ هذه الضرورة ايضا مما تبين من وجود نقص كبير فى كثير من المهن الاساسية التى يحتاجها تنفيذ الخطة سواء فى العمال المهرة او ممتازى المهارة أو الفنيين أو المدرسين والمدربين — مع وجود فائض فى بعض المهن الاخرى .

كل ذلك يقتضى اعادة بحث مراحل التعليم الابتدائى والاعدادى والفنى والثانويات المختلفة بطريقة تضمن حصول المجتمع على خريجى مختلف هذه المراحل طبقا للحاجة اليهم وفى هذا الشأن فان تقرير اللجنة الوزارية للقوى العاملة يعتبر مرجعا على جانب كبير من الاهمية كما ان ما ورد فيه من اقتراحات قيمة يستحق كل دراسة وبحث للانتهاء من اقرار سياسة محددة فى هذا الشأن .

الا أنه فيما يختص بموضوع التعليم العالى فأرى تأكيد المبادىء الآتية :

(أ) ان يكون اعداد وتدريب الفنيين اللازمين لشغل المراكز الوسطى بين العمال الممتازة المهارة والمتخصصين من خريجى الاعدادية الغالبية العظمى من المهن — وان يدربوا بمراكز تدريب تتبع المؤسسات النوعية أو الشركات الكبرى القادرة على ذلك .

(ب) ان يفتح المجال امام الممتازين عند كل مرحلة من مراحل التعليم للالتحاق بالمرحلة التالية لها حتى الوصول الى المرحلة الجامعية بشرط استيفاء ما ينقصهم من مقررات علمية التى تطلبها الجامعة — على ان يكون استيفاء ذلك خارج نطاق الجامعة .

(جـ) ان يحدد عدد طلاب الثانوية العامة وما يقبل من الثانويات الفنية طبقا للاحتياجات من خريجى الجامعات والمعاهد العليا .

(د) ان تشترك الجامعة والمعاهد العليا فى تخطيط مرحلة التعليم السابقة لها وان تشترك فى وضع المقررات الدراسية للمرحلة الثانوية باختلاف فروعها .

(هـ) عدم الموافقة على قبول طلبة بالجامعات والمعاهد العليا غير حاصلين على المؤهلات التى تشترطها الجامعة للالتحاق بها .

ولامكان تنفيذ ذلك يكون من المستحسن وجود ادارة مسئولة أو مجلس عن تحديد الاحتياجات من الافراد العاملين فى مختلف الانشطة وذلك لمختلف التخصصات بما يتلاءم مع احتياجات الخطة .

٤ ــ تحديد أهداف وعلاقة الأنواع المختلفة من التعليم العالى :

ان هدف التعليم الجامعى هو اعداد الفرد ليتولى عملا قياديا تغلب عليه صفة البحث والتصميم ويكون مؤهلا بحيث يتمكن مستقبلا من المساهمة فى تطوير وتقدم العلوم فى فرع تخصصه وهو الذى تخرجه الكليات .

الا ان هناك نوعا آخر من العمل الميدانى تغلب عليه الصفة التطبيقية التنفيذية ــ ونظرا لعدم وجود المعاهد التى تعد هذا النوع فان خريجى الجامعات غالبا ما يعهد اليهم بمثل هذه الأعمال مما أدى الى الشعور بتزايد الحاجة اليهم .

أما سد الحاجة الى هذا النوع وهو الذى يقدر بثلاثة أو أربعة أضعاف عدد خريجى الجامعة ــ فانه يكون من الأوفق الأخذ برأى اللجنة الوزارية فى هذا الشأن ــ وهو فتح مدارس فنية لهم بعد المرحلة الاعدادية ولمدة خمس سنوات .

أما انشاء معاهد عليا خارج نطاق الجامعة فانه يمكن الأخذ به فى فروع الفنون والموسيقى والألعاب الراضية وخلافها وتكون فى التخصصات التى لا نظير لها فى الدراسة الجامعية .

أما ما نعانيه اليوم من وجود معاهد عليا هى صورة مهزوزة لكليات الجامعة فانه من الأفضل تصفيتها بنقل طلبتها الى الكليات الجامعية المناظرة لها ــ بعد استيفاء المقررات اللازمة مع تخصيص مبانيها وأجهزتها ومعداتها اذا لم تحتاجها الجامعة الى الاستفادة منها فى المراحل السابقة للتعليم الجامعى .

٥ ــ تطوير نظم الدراسة والمناهج بالكليات والجامعات :

سبق أن أوضحنا ان مناهج الدراسة بالكليات انما تكون فى حقيقة الأمر نتيجة لما يطلب من مواصفات لخريجى مختلف الكليات لمقابلة احتياجات المجتمع من أعمال وما يتطلبه وجودنا العالمى والافريقى والعربى الا ان تحديد العلوم التفصيلية ومناهج الدراسة ومتطلباتها من دراسات تطبيقية أو عملية أو معامل .. الخ . وكذلك تحديد ساعات الدراسة وبالتالى سنى الدراسة فهذه يكون من المستحسن تركها للفنيين يقدرونها على أن تشكل لها لجان يشترك فيها أساتذة الجامعة ويمثل فيها عدد من الفنيين خارج الجامعة .

الا ان الأمر الذى يعنينا هنا ان يكون نظام الجامعة والكلية مرنا بحيث يجعل اضافة علوم وتعديل مناهج الدراسة أمرا ممكنا ومتاحا دائما ويتم بصفة متجددة

مما يؤدى الى استمرار حيوية الجامعة وتطورها بدون احداث هزات عنيفة بها قد تؤثر على استقرار شئون الجامعة .

لهذا نرى أن الأمر يتطلب بحث الموضوعات الآتية :

(أ) النظام الداخلى للجامعة من ناحية تقسيمها الى كليات أو أقسام .

(ب) نظام الكليات من ناحية أخذها بمبدأ منح دراسات عامة أو الأخذ بشعب التخصص .

(جـ) النظام الدراسى للكليات من ناحية أخذها بمبدأ عدم ترك حرية الطالب لاختيار بعض المقررات أو ترك هذه الحرية للطالب تحت اشراف أستاذه .

(د) الأخذ بنظام الفترة أو العام الدراسى .

٦ ـ أعضاء هيئات التدريس بالكليات والمعاهد :

يلعب أعضاء هيئة التدريس دورا أساسيا فى الجامعة ـ وغنى عن البيان شرح دورهم ومدى أهميته . وتدل الاحصائيات على نقص كبير فى عددهم وعلى اختلاف نسبتهم الى عدد الطلبة بمختلف الكليات . كما ان قبول اعداد كبيرة من الطلبة قد زاد عبء التدريس عليهم مما أثر أثرا كبيرا على الوقت المتاح للبحث والاطلاع أو التأليف أو المساهمة فى الأنشطة الأخرى .

وكل هذه أمور تخرج عن ارادتهم كما انه يصعب مداركتها وحلها فى وقت قصير .

الا اننا نلاحظ أن اشتراط درجة الدكتوراه للقيام بالتدريس أمر لا تتطلبه كثير من جامعات الدرجة الأولى فى مختلف بلاد العالم واننا نعتقد انه فى عدد من العلوم يمكن اشتراط درجة الماجستير فى الكليات للتدريس على أن يشترط الدكتوراه فى العلوم الأخرى .

كما انه فى المعاهد العليا فان طبيعة دراستها لا تحتم اشتراط الدكتوراه أو الماجستير .

على ان عدد أعضاء هيئة التدريس يمكن ان يزيد جزئيا باطالة مدة الخدمة أو الاحالة للمعاش ـ والسماح لمن كان بالجامعة وتركها بمباشرة التدريس بالانتداب من الخارج ـ وباستخدام الأساتذة الأجانب ـ وكذلك بالتوسع فى ارسال البعثات للخارج ـ وتفرغ طلبة الدراسات العليا بالجامعات المصرية للموظفين الذين يدرسون من وزارات مختلفة . كل هذه أمور يجب بحثها لتخفيف حدة النقص فى هيئات التدريس بالكليات .

٧ ـ المبانى والتجهيزات والمكتبات :

مما لا شك فيه أن المبانى والتجهيزات والمكتبات ليست على المستوى الجامعى المقبول ولا يمكن مقارنة جامعاتنا بالجامعات الأجنبية من هذه الناحية ـ ويؤثر ذلك حتما على مستوى التدريس وعلى المستوى العلمى للطلبة وعلى مستوى الأبحاث وعلى مقدرة هيئات التدريس على القيام بواجبها . كما أن ضعف المصروفات الدورية اللازمة للصيانة أو للصرف على المعامل والمكتبات سنويا يسبب الكثير من الشكوى المحقة ، كما انه يؤثر على المستوى الجامعى كله .

ونرى ضرورة النظر فى هذه الموضوعات ووضعها محل الاعتبار ، اذ ان تطوير الجامعة يرتبط ارتباطا وثيقا بتوفير التجهيزات واعداد المكتبات وتزويدها بأحدث الكتب والدوريات والمجلات ونرى انه يجب أن تعطى الأولوية لاعداد الطلبة فى دراستهم للبكالوريوس على ان يسمح بشراء التجهيزات المتخصصة التى لن يستفيد منها غالبية الطلبة بعد ذلك اذا ما سمحت الاعتمادات المالية بذلك .

٨ ـ الدراسات العليا والأبحاث :

سبق ان عددنا أنواع الدراسات العليا التى تقوم الجامعات بها .

واذا تتبعنا نتائج هذه الدراسات لوجدنا ان الدراسة فى الدبلومات العالية تسير بطريقة غير مجدية أو منتظمة وربما كان السبب فى ذلك عدم وجود الوقت الكافى عند الأساتذة أو ضعف التجهيزات والمعامل أو عدم تفرغ طلبة هـذه الدراسات ومعظمهم ممن يعملون فى جهات أخرى .

وهذا الأمر يدعو الى ضرورة علاجه وذلك بعدم فتح دراسات عليا الا متى توفرت الامكانيات اللازمة لها ـ مع السماح للمقيدين فيها الذين يباشرون دراستهم بانتظام ونجاح أن يمنحوا اجازة أثناء فترة دراستهم .

اما من ناحية البحوث فيشترك مع الجامعة فى أدائها معاهد للبحوث تتبع بعض الوزارات أو وزارة البحث العلمى . ولقد كان من نتيجة تشتتها ان اشتركت جميعا فى ضعف امكانياتها من ناحية توفر الباحثين أو التجهيزات أو عدم توفر المال اللازم للصرف عليها سنويا . الأمر الذى يدعو الى اعادة النظر فى وضعها جميعا .

أما فى مجال البحوث ـ فانه يكون على الكليات بجانب ما تقوم به من بحوث فى العلوم الأساسية التى تعمل على المساهمة فى تقدم العلوم عامة ان تشجع القطاع العام على اجراء البحوث التى تحل مشكلاته وان يصرف عليها وان يتابع تقدمها وان تعطى هذه المشكلات كموضوعات بحث لمجموعات من الأساتذة أو لطلبة الدراسات العليا اذا صلح منها ما يستحق ان يكون موضوعا للماجستير أو الدكتوراه ، اما غير هـذه البحوث فيمكن أن تكلف به جهات البحث الأخرى .

وأن يراعى الأساتذة توجيه طلبتهم على اجراء البحوث فى الموضوعات التى تمس متطلبات المجتمع كلما أمكن ذلك .

ويكون نشاط الجامعة فى مجال الدراسات والتخصصات والدراسات العليا :

- ان تكون الدراسات المتخصصة أو العليا لسد احتياجات جهات من القطاع العام أو لسد احتياجات المجتمع وان تكون مجهوداً جماعيا للأساتذة .
- عقد الندوات والمؤتمرات العلمية أو التطبيقية بصفة منتظمة ودورية يشترك فيها الأساتذة والمتخصصين من خارج الجامعة لمعالجة موضوعات مثل التسميد أو جودة الانتاج ـ أو خفض تكاليف المبانى .. الخ .

ويكون نشاط الجامعة فى مجال نشر العلم والثقافة وحرية الفكر :

عن طريق نشاط التأليف والنشر والقاء المحاضرات . وكذلك الكتب المبسطة لنشر الثقافة بين غير المتخصصين . ووسيلته الكتب أو اصدار المجلات ذات القيمة العلمية الجامعية على أن يكون تنفيذ ذلك كله طبقا لخطة يرتبط بها مجلس الجامعة بالاتفاق مع الجهات الخارجية المتصلة بها .

اما على مستوى هيئة التدريس — فانه يكون بنشاطهم فى الأبحاث أو القاء المحاضرات أو التأليف أو الاشتراك فى ندوات أو الاشتراك فى الدراسات أو اللجان بما لا يتعارض مع قيامهم بأعمالهم الجامعية . ويشترط أن يراعى أن يسمح وقت الأستاذ بذلك — كما يساهموا بنشاطهم فى العمل السياسى بوحدات الاتحاد الاشتراكى وتعميق الفكر الاشتراكى .

ونرى أن اشتراك الأساتذة فى النشاط الخارجى يفيد الجامعة نفسها والأستاذ نفسه فى ناحية تخصصه. كما انها لا تعزل الأستاذ عن المجتمع كما تكسبه خبرة عالمية وعملية فى مجال عمله — كما أنها تفيد الجهات خارج الجامعة بعلم وخبرة أساتذة الجامعات على أن يكون تنفيذ ذلك طبقا لخطة تضعها كل كلية من الكليات الجامعية .

اما على مستوى الطلبة — باشتراكهم فى مشروعات انشائية — أو خدمات اجتماعية — كذلك بالمساهمة فى النشاط السياسى للاتحاد الاشتراكى بنشر المبادىء وشرحها فى قراهم أو بلادهم ، وهكذا . .

اما مجلس الجامعة والكلية — فنرى أن يعدل تشكيلها بحيث يمكن الربط بينها وبين المجتمع الذى تعيش فيه وكذلك منظمات الاتحاد الاشتراكى والمنظمات الشعبية .

وتعتبر الكليات وحدات تضمن لها اللوائح والقوانين مرونة التصرف المالى والادارى وكذلك شئون المشتريات والمصروفات الجارية أو على الأبحاث والمكتبات فى نطاق الاعتمادات المخصصة لها . كما تختص برسم برامج الدراسة والبحوث ونشاط هيئة التدريس وجميع شئون الطلبة بالكلية . على ان يعتبر القسم فى الكلية الوحدة التنفيذية لذلك .

أما مجالس الجامعات فتكون أجهزة تخطيط ورقابة واشراف بالنسبة للكليات كما تختص بالنظر فى تحقيق أهداف الجامعة فهى تشبه ما يقوم به مجلس ادارة المؤسسة من أعمال بدون تدخل فى تفاصيل العمل الادارى بالكليات . كما يختص مجلس الجامعة بالنظر فى ما يخص هيئات التدريس بالكليات من تعيين أو ترقية أو ندب أو اعارة كما يختص برسم برامج مشاركة الجامعة فى النشاط المؤدى الى تحقيق أهداف المجتمع فى المجال الجامعى .

كما نقترح أن يقوم كل مجلس جامعى باصدار اللوائح التنفيذية المختلفة مثل لوائح نظام الكليات والدراسات وتحديد البرامج والساعات والامتحانات — واللوائح المالية والمخزنية .. الخ . بما يضمن لجهات أو وحدات التنفيذ أقصى مرونة فى العمل . .



كلمة السيد الدكتور عزيز ياسين

وزير الاسكان

(يوم الاربعاء ــ ٨ فبراير ١٩٦٧)

هدف المؤتمر :

استهل سيادته الكلمة بالتساؤل عن هدف المؤتمر ــ هل هو تخطيط التعليم الهندسي حسب امكانياتنا المتاحة؟ او انه تخطيط التعليم الهندسي حسب ما يجب ان يكون عليه واقتراح المراحل اللازمة للوصول الى ذلك ؟ وقال سيادته انه يعتقد ولا شك انه الأمر الثاني .

هدف الدراسة الجامعية الهندسية :

ثم انتقل سيادته الى تساؤل آخر ــ ما هو هدف الدراسة الجامعية ــ والمقصود هنا هو الدراسة الجامعية الهندسية ؟ هل هو تخريج علماء وخبراء ؟ وقال سيادته ان الهدف الاول هو تخريج مهندس على مستوى مناسب يسمح له بممارسة التطبيق العملي تدريجيا مع اكتساب الخبرة والمستويات العلمية خلال ممارسته ، وأن يكون فى مستوى مساو لاقرانه من خريجي كليات الهندسة فى الخارج التى يحظى مستواها بالتقدير العالى . واننى أعتقد أن الدراسة الهندسية التى تخرج ذلك المهندس دائما سوف تكون خليقة برضائنا . وبصورة أخرى يمكن القول ان الدراسة الهندسية تكمل لو كفلت استمرار تخريج هذا المهندس سنة بعد أخرى فى مستوى مواز للمستويات العالمية سنة بعد أخرى . وسوف يتأتى هذا ــ فى رايى ــ باعداد مشابه ، وتعليم مشابه ، وهيئة تدريس مشابهة .

الدراسة الثانوية فى ج . ع . م :

ثم انتقل سيادته الى المقارنة بين الدراسة الثانوية فى ج.ع.م. وبينها فى المانيا وسويسرا ، وخلص الى قصور الدراسة الثانوية فى ج.ع.م. ووجوب العناية بالعلوم الاساسية والتركيز والتعميق فيها .

مستوى هيئة التدريس :

كما اشار سيادته الى وجوب الحفاظ على مستوى هيئة التدريس ومستوى خبراتها المتزايدة المسايرة لركب العلم والخبرة العالمية ــ وتساءل سيادته عن سبل تحقيق ذلك ــ هل هى باستيراد هيئة تدريس محددة ؟ او بتوفير بعثات دورية لفترات قصيرة لكل المستويات ؟ ــ او بخلق أيسر الحلول ، وهو الأمر المعقول ، وذلك بوضع النظام الذى يكفل دوام تطوير هيئة التدريس لتكون على الوجه السابق الاشارة اليه .



كلمة
السيد المهندس
عبد الوهاب البشرى
وزير الانتاج الحربى
(يوم الخميس ٩ فبراير ١٩٦٧)

استهل السيد /المهندس عبد الوهاب البشرى كلمته بشرح أهمية دراسة السمات التى تتميز بها خطط التنمية الصناعية التى انتهجتها بلادنا بعد الثورة ، كما قام سيادته بعرض المشاكل التى تكتنف هذه الخطط والصعوبات التى تعترض تنفيذها والوصول بها الى اهدافها .

ثم أهاب سيادته بالمؤتمر والقائمين على التعليم والتدريب ببحث هذه الدروس المستفادة وتحديد مؤشرات تعينهم على رسم خطط التطوير واتجاهاته وأغراضه .

الدروس المستفادة من الخطة الخمسية الأولى :

وقد ذكر سيادته انه قبل الثورة كانت توجد بعض الصناعات مثل صناعة الغزل والنسيج وانها لم تكن تعانى من المشاكل بسبب قلة حجمها . وان الدول الصناعية المتقدمة وصلت لحضارتها عن طريق الوقت الذى كان يسمح لها بالتقدم فقد سبقتنا بحوالى قرن أو قرن ونصف . ولما كان من خصائص المجتمع العربى بعد الثورة الطموح العالى والرغبة فى الانطلاق للوصول الى مزيد من الرفاهية لتعويض التخلف الذى فرض عليه فى الماضى ، لذلك برزت بعد الثورة الخطة الخمسية الأولى وقد اتسمت بأنها خطة عملاقة تهدف الى استحداث مجالات عديدة فى الصناعة الانتاجية والهندسية كما اتسمت بالوقت القصير الذى حدد لها بالنسبة الى حجمها .

وكان من نتيجة هذا الأسلوب أن سبب لنا فراغا نحس به (وخاصة فى مجال بعض الصناعات الجديدة مثل الصناعات المعدنية) لعدم وجود تقاليد او خبرة ـ

فى ظل المستوى الفنى من العامل الماهر والمهندس والادارى . وقد أملى ذلك علينا لضمان النجاح ان نستعين بالخبرات الأجنبية سواء بالرسومات التفصيلية للعدد والآلات ثم التعاقد على كيفية استلام وتركيب وتشغيل كل جزء من هذه الأجهزة وكان هذا يعتبر فى بداية الخطة الأولى نجاحا كبيرا بالرغم من تكلفته الباهظة ، حيث كان من أهم نتائج هذه الخطة انتهاء القضاء على الاعتقاد الراسب فى الأذهان من اننا بلد زراعى فحسب ، وانهاء مرحلة التقاعس الصناعى .

وأثناء تنفيذ الخطة الأولى — كنتيجة حتمية للطموح العالى — ترسبت اخطاء عديدة فى الحقل الصناعى — وفى نفس الوقت ظهرت مجموعات متميزة بدأت تأخذ المبادرة فى عملية التطوير والبحث ووصلت الى درجة كبيرة من الأمن والثقة نعتز بها ونعمل على انمائها .

الدروس المستفادة من الخطة الخمسية الثانية :

ذكر سيادته أن الخطة الخمسية الثانية تمثل نوعا من الارتقاء عن الأفكار التى كانت سائدة فى الخطة الأولى ، وبصفة خاصة عدم الاعتماد على الخبرة الأجنبية ما أمكن ذلك مع الاعتماد على قدراتنا الذاتية فى استغلال مواردنا وطاقاتنا بكفاءة عالية — ومن الظواهر التى صاحبت الخطة الخمسية الثانية رغبة المجتمع وتطلعاته التى بدأت تأخذ شكلا آخر يختلف عنه خلال الخطة الخمسية الأولى ، حيث ان المجتمع يلقى علينا عبئين أساسيين هما :

— تركيز الأداء فى الخطة الخمسية الثانية والتى فى نهايتها يجب أن يتحقق مضاعفة الدخل القومى .
— الوضع الاقتصادى الذى لم يعد يسمح بالصرف على عمليات لا نستطيع الصرف عليها لأن هناك مطالب أخرى كثيرة على طول جبهة متشعبة .

المؤشرات للتعليم الهندسى :

من الدروس المستفادة سالفة الذكر يمكن بلورة المؤشرات للتعليم الهندسى بهدف رسم الخطة الناجحة التى تكفل الحصول على عائد الاستثمارات التى وضعت فى الصناعة والتى تبلغ ٥٠٠ مليون جنيه وقدم سيادته عدة اقتراحات فى هذا السبيل منها :

— تقسيم العاملين فى الميدان الجامعى الى عائلات متحالفة بحيث يكون المتخرج قادرا على بدء حياته العملية فى هذا المجال ، وان يزود بالخبرة التى تمكنه ليس فقط بالارتقاء بالمنتجات الى مستوى المواصفات الفنية المطلوبة ولكن تمكنه كذلك من التطوير والابتكار لمسايرة التقدم التكنولوجى الحديث .

— العناية برفع مستوى الخريج الى الدرجة التى تمكنه من الاضطلاع بالمسئوليات المنوطة به ، وان تتعاون الجامعات والهيئات الانتاجية فى سبيل الوصول الى هذه الغاية .

— العناية بتخريج الفنيين القادرين على أعمال الصيانة وتصنيع قطع الغيار لضمان حسن سير العمل فى الوحدات الانتاجية واستمراره ، وخفض تكلفة الانتاج .

— وضع الخطط المناسبة لاعداد الفنيين والمهندسين من حيث العدد والتخصص لمقابلة الاحتياجات الفعلية التى تتطلبها الوحدات الانتاجية .

مذكرة
فى شأن الملامح الرئيسية
للسياسة المقترحة للتعليم الجامعى

(صادرة عن الأمانة العامة للمجلس الأعلى للجامعات فى مطلع عام ١٩٦٧)

جرت فى الشهور الاخيرة دراسات لسياسة التعليم الجامعى فى الجامعات وكلياتها وفى امانة المجلس الأعلى للجامعات ووزارة التعليم العالى لتقييم انجازات التعليم الجامعى فى الماضى القريب ولتحديد الملامح الرئيسية للسياسة التى يقترح الاخذ بها فى المرحلة القادمة .

مقـــدمة :

ان هناك الى جانب المهام التقليدية المعروفة للتعليم الجامعى مهاما اخرى فى المجتمعات التى تتطور بسرعة على طريق التنمية . وفى مقدمة هذه المهام :

١ ـ تعويض النقص الشديد الملموس فى قطاعات الانتاج والخدمات من الأفراد العلميين والفنيين ذوى الكفايات العالية الأمر الذى يدعو هذه المجتمعات دائما الى الاستعانة بالخبرات الاجنبية على نطاق واسع .

٢ ـ من الضرورى ان يلازم الاهتمام باعداد الاخصائيين والفنيين اهتمام مماثل بالدراسات الانسانية وتطويرها حتى تكون الجامعات منارا للفكر الاشتراكى الأصيل والبحث العلمى فى قضايا التطبيق العربى للاشتراكية ومركزا لدراسة مجتمعنا العربى فى ماضيه وحاضره ومستقبله .

٣ ـ فى ظل ظروف التحول الاشتراكى الذى يقتضى تجنيد كل الطاقات لزيادة الانتاج لا تقتصر مهمة الجامعة على اكساب الاخصائيين والفنيين مستوى عاليا من المعارف والمهارات فحسب ، بل يكون من واجباتها ايضا أن تعنى باعدادهم الفكرى والسياسى بما يضمن تكوين شخصيات واعية لمسئولياتها الاجتماعية وقادرة على الحركة الفعالة فى سبيل تحقيق أهداف المجتمع .

٤ ـ ملاحقة التقدم العلمى والتكنولوجى السريع فى عالم اليوم تعويضا للتخلف الذى تعانى منه المجتمعات النامية نتيجة لظروفها التاريخية

ومن الواضح أن التعليم الجامعى قد ورث من المعوقات التاريخية ما يحول بينه وبين تحقيق هذه المهام كاملة . ولعل أهم هذه المعوقات هو :

١ – عدم الارتباط بين التعليم العام والتعليم الجامعى الأمر الذى انعكس على مستوى الدراسة الجامعية

٢ – وجود مستويين من التعليم العالم وما ادى اليه ذلك من تناقضات وخلافات بين الطلاب والخريجين وهيئات التدريس .

٣ – النقص الواضح فى فئة الفنيين والذين هم فى الحقيقة عصب الصناعة والزراعة والخدمات بعد أن خرجت المعاهد العليا والمدارس الفنية التى انشئت اصلا لتوفير الاعداد الكافية منهم عن غرضها الأصلى مما القى على الجامعة ضمنا مسئولية سد هذا النقص .

٤ – صعوبة تحديد الاحتياجات الفعلية من القوى العاملة على المدى الطويل وما ترتب على ذلك من عدم قدرة الجامعات على تنظيم خطط الدراسة بها بما يتفق ومتطلبات المجتمع من الخريجين فى التخصصات المختلفة .

المبادىء العامة للسياسة المقترحة

تقوم السياسة المقترحة للتعليم الجامعى على المبادىء العامة الآتية :

١ – الالتزام بمبدأ تكافؤ الفرص وبان يظل الباب مفتوحا أمام كل مواطن لتنمية معارفه متى توفر لديه الاستعداد والكفاءة اللازمين ايمانا بان تنمية المعارف والخبرات تزيد من قدرة المجتمع على التقدم .

٢ – مراعاة اكبر قدر من المرونة فى خطط التعليم لضرورة ذلك فى ظروف التنمية السريعة وفى غياب تخطيط دقيق نتيجة للضغوط المتجددة التى يتعرض لها المجتمع وعلى ضوء التجربة العملية .

٣ – فى ظل ظروفنا الخاصة ولا سيما نقص الموارد والأفراد العلميين والفنيين من ذوى الكفايات العالية فان هناك ضرورة لأن يقابل التزام الجامعات باعداد الاخصائيين التزام مقابل باشتراك مراكز الانتاج والخدمات فى تخطيط وتنفيذ سياسة التعليم الجامعى باعتبار ان هذا يحقق استثمارا افضل للامكانيات المتاحة وكفاية أعلى فى اعداد الاخصائيين .

الاطار العام المقترح للتعليم الجامعى

١ – لما كانت القوى العاملة فى المجتمع تنقسم الى مستويات ثلاثة هى العامل الماهر والفنى والاخصائى فان الجامعات تكون مسئولة عن اعداد فئة الاخصائيين على مستوياتهم المختلفة ، ونظرا للنقص الشديد الذى تعانيه الدولة فى فئة الفنيين فانه من الضرورى أن تنشأ فى نفس الوقت المعاهد الفنية المسئولة عن اعداد هذه الفئة وان ترسم السياسة العاجلة والآجلة لتخريجهم .

٢ – لما كان المستوى العلمى لشهادة الثانوية العامة هو المدخل الرئيسى للتعليم الجامعى لذلك يلزم أن يكون هناك اشراف مباشر للجامعات على مرحلة التخصص فى التعليم الثانوى والتى تستغرق السنتين الثانية والثالثة منه .

٣ – منعا للازدواج فى أشكال ومستويات التعليم العالى يقترح توحيده فى الاطار الجامعى . ويتم ذلك عن طريق تحويل المعاهد العليا الصالحة الى التعليم الجامعى وذلك فى حدود احتياجات الخطة من الاخصائيين . أما المعاهد الأخرى فيستفاد منها فى اعداد الفنيين .

٤ – على ضوء التطورات العلمية والتكنولوجية فى العالم اليوم وفى ظروف التنمية السريعة وما يعترى الخطة من تعديلات ينبغى أن يقوم التعليم الجامعى للدرجة الجامعية الأولى على قاعدة علمية عريضة تتميز بالتعمق فى الدراسات الاساسية التى تنبنى عليها الدراسات التخصصية ويمكن أن تنتهى فى السنة أو السنتين الأخيرتين بالدراسات

التطبيقية المرتبطة بتخصص محدد . ويقتضى هذا الاهتمام بالتدريب أثناء الدراسة وبوجه خاص فى بدء حياة الخريج العملية . على أن ذلك لا يمنع وجود التخصص للدرجة الجامعية الأولى فى الأحوال التى يمكن تحديد الاحتياجات الفعلية فيها لما يسمح به هذا من تحقيق التكامل فى اعداد الفئات المختلفة العاملة فى مجال معين .

وفى جميع الحالات يكون التخصص الدقيق فى الدراسات العليا كالدبلومات أو درجتى الماجستير والدكتوراه .

كذلك فانه من المفيد أن تنشأ فى الجامعات أو فى مؤسسات الانتاج والخدمات وتحت الاشراف العلمى المباشر الجامعات معاهد للدراسات العليا والبحوث يستكمل فيها العاملون دراساتهم التخصصية للدبلومات أو للدرجات العليا وتكون فى نفس الوقت مراكز للبحوث التطبيقية المرتبطة بمشاكل هذه المؤسسات .

٥ ـ يقتضى ضمان التنسيق الكامل بين مراحل التعليم المختلفة انشاء هيئة عليا على مستوى الدولة تتولى هذا التنسيق بين خطط التعليم واحتياجات المجتمع .

التوصيات المقترحة

أولا ـ الربط بين التعليم العام والتعليم العالى

١ ـ يبقى هيكل التعليم العام المطبق فى الجمهورية العربية المتحدة فى المرحلة الحالية على ما هو عليه خصوصا بعد أن تبنته وطبقته الدول العربية الأخرى مع الاهتمام برفع كفاءة التعليم العام على أساس انه المدخل الأساسى للتعليم الجامعى .

٢ ـ أن يشمل الالزام تدريجيا مرحلتى التعليم الابتدائى والاعدادى تطبيقا للروح الاشتراكية وحتى تتسع قاعدة الاختيار لدخول المراحل العليا من التعليم .

٣ ـ ان تبقى السنتان الأولى والثانية من التعليم الثانوى كما هما الآن استكمالا لمرحلة التثقيف العام بحيث تكون السنة الأولى دراسة عامة مشتركة ثم يقسم الطلاب فى السنة الثانية الى شعبتين ، أدبى وعلمى ويحصلون فى كل شعبة منهما على دراسة عامة فى المواد الداخلة . أما السنة الثالثة فتوصى اللجنة أن يكون التخصص فيها على نحو أدق ووفقا للمستوى العامى المطلوب للدراسة الجامعية . وبذلك ينقسم طلبة الشعبة الأدبية الى تخصص فى المواد الاجتماعية وآخر فى اللغات ويكون تخصص المواد الاجتماعية اعدادا لكليات الحقوق وشعب الدراسات الاجتماعية بكليات الآداب والمعلمين ويكون تخصص اللغات اعدادا لأقسام اللغات بكليات الآداب والمعلمين . ويقسم طلبة الشعبة العلمية الى تخصص فى الرياضة وآخر فى الأحياء ويكون تخصص الرياضة اعدادا لكليات الهندسة وشعبتى الرياضة والطبيعة بكليات العلوم وشعبة الاحصاء بكلية الاقتصاد والعلوم السياسية وشعبتى المحاسبة والاحصاء بكليات التجارة ، ويكون تخصص الأحياء اعدادا لكليات الطب وطب الأسنان والصيدلة والزراعة والطب البيطرى والعلوم عدا شعبتى الرياضة والطبيعة مع مراعاة أن تشمل الدراسة فى تخصص الأحياء قدرا مناسبا من الرياضة .

كما يكون التوزيع العددى للطلبة على التخصصات المختلفة متمشيا مع احتياجات خطة التنمية .

ثانيا ـ التعليم الجامعى

القبول للدرجة الجامعية الأولى :

١ ـ أن يكون تحديد اعداد الطلاب المقبولين فى مختلف الكليات متمشيا مع الخطوط العريضة لاحتياجات خطة التنمية .

٢ – يكون القبول بالجامعات على أساس المستوى العلمى للثانوية العامة وبأكثر من طريق ويستمر العمل بالقواعد الحالية والتى تحقق تكافؤ الفرص بين المواطنين حيث تجرى المفاضلة بين ذوى الرغبة الواحدة على أساس مستوى الطلاب فى امتحان الثانوية العامة مع استيفاء شرط النجاح فى المواد المؤهلة لكل كلية .

٣ – لما كان امتحان الشهادة الثانوية يعتبر أساس المفاضلة بين الطلاب والذى يتم على أساسه القبول بالجامعات ، فانه من المصلحة أن تشارك الجامعات فى وضع مناهج المرحلة الثانوية كما تشارك فى امتحان الشهادة الثانوية كما هو الحال فى كثير من البلاد .

٤ – أن يفتح باب القبول بالجامعات للممتازين من حملة الشهادات الفنية بعد اجتيازهم للاختبارات التى تضمن تحصيلهم للمستوى العلمى الذى تحدده الجامعات .

٥ – تهتم الجامعة بشكل خاص باستكمال تعليم العاملين فى مختلف قطاعات الانتاج والخدمات والقادرين على متابعة الدراسة والتحصيل والذين تمنعهم ظروفهم من الانقطاع للدراسة الجامعية قبل الالتحاق بالعمل وذلك تقديرا لأهمية رفع كفاءة العاملين فى مرحلة التنمية وتأكيدا لمبدأ احترام العمل .

نظام الدراسة والامتحان :

١ – الأخذ بنظام المراحل لما لذلك النظام من فوائد من حيث خطط التعليم نفسها ومستوى التحصيل فيها .

٢ – ربط الأقسام العلمية المتناظرة داخل الجامعة الواحدة بما يسمح برفع كفاءة التعليم والبحث وبما يضمن تكوين أعضاء هيئة التدريس بهذه الأقسام .

٣ – ان الأخذ بنظام المراحل سيحل مشاكل نظام الامتحان الحالى والنقل بمواد متخلفة حيث يسمح نظام المراحل بتكامل الدراسة واتصالها وتنظيم الامتحانات على هذا الأساس .

٤ – وضع حد اقصى لمدة بقاء الطالب فى كل فرقة ضمانا للجدية وارتفاعا بالمستوى العلمى للخرجين اذ أن النظام الحالى يسمح – فى بعض الأحيان – ببقاء الطالب فى الفرقة الواحدة أربع سنوات .

ومن المصلحة ان يكون المستوى العلمى للخريج أثر فى تعيينه فتكون أسبقية التعيين والاختيار لذوى التقديرات العالية ، ذلك أن النظام الحالى يحقق هدفا من أسمى أهداف النظام الاشتراكى اذ يوفر العمالة لجميع الخريجين .

٥ – تنشأ دراسات خاصة للطلبة المتازين تؤدى الى درجة البكالوريوس او الليسانس الخاصة وذلك حرصا على أن تتاح لهؤلاء الطلاب فرصة التقدم الى أقصى ما تسمح به قدراتهم .

الدراسات العليا والبحوث :

١ – يقتضى النهوض بالدراسات العليا والبحوث سواء الانسانية منها أو العلمية أو التطبيقية وتنظيمها من حيث شروط القيد وطبيعة الدراسة ومدتها أن ينشأ فى كل جامعة مجلس للدراسات العليا والبحوث يقوم باقتراح السياسة العامة لها والتنسيق بين برامجها وتلقى المشكلات العلمية من الهيئات المختلفة فى البلاد والعمل على توزيعها على الكليات والمعاهد لحلها ونشر البحوث وتبادلها .

٢ – لما كان الاتجاه فى الدرجة الجامعية الأولى هو الأخذ بنظام الدراسة العامة ، فيتم استكمال التخصص فى الدراسات العليا على مستوى الدبلومات او الماجستير وتقوم على دراسة مقررات عالية متخصصة مع تدريب على وسائل البحث واستقراء النتائج وقدر مناسب من البحث وهذا الأسلوب متبع فى كثير من البلاد .

٣ – يقتصر ايفاد البعثات الى الخارج على التخصصات التى لا تتوافر الامكانيات لها فى الداخل ويشترط حصول الموفدين على درجة الماجستير كأحد شروط الايفاد الى الخارج – الا فى الحالات التى لا تسمح بذلك – لتنشيط الدراسة العليا والبحث فى الداخل ولتقصير المدة التى يقضيها المبعوث فى الخارج .

٤ – رسم سياسة متكاملة طويلة الأجل لاستكمال هيئات التدريس فى مختلف التخصصات سواء عن طريق الدراسات العليا بالداخل مع توفير كافة الامكانيات اللازمة لها أو الايفاد الى الخارج فى التخصصات التى لا يتوفر اجراؤها فى الداخل .

٥ – لما كان المعيدون هم نواة تكوين هيئات التدريس ، فينبغى تنظيم عملهم من حيث النواحى التعليمية والدراسات العليا والبحوث بما يحقق تكامل تكوينهم .

ثالثا – ربط التعليم الجامعى بالمجتمع

١ – تشترك الجهات المستفيدة من مؤسسات الخدمات والانتاج فى المجالس الجامعية فى وضع خطط الدراسة ومناهجها .

٢ – تشترك الجامعات فى حل مشاكل الانتاج والخدمات سواء عن طريق قيام هيئة التدريس وطلاب الدراسات العليا باجراء البحوث فى مراكز البحوث المتخصصة المنشأة فى المؤسسات المختلفة أو عن طريق تمويل هذه المؤسسات لبعض البحوث التطبيقية التى تجرى فى الجامعات .

٣ – الاستفادة من خبرة المتخصصين بالمؤسسات فى النواحى التعليمية بالجامعات .

٤ – تعنى الجامعات بادخال دراسات فى المرحلة الجامعية الأولى والدراسات العليا تتصل بالبلاد ومشاكلها ليكون الطلاب مهيئين لفهم مشاكل المجتمع وتناولها بالبحث والحل فى نطاق تخصصاتهم .

٥ – تعنى الجامعات بتدريب الطلاب خلال دراستهم ويتم هذا التدريب فى المؤسسات المرتبطة بتخصص الطلاب .

٦ – لما كان من العسير أن يلم الطلاب بكافة جوانب المعرفة فى تخصصاتهم خلال مرحلة الدراسة الجامعية الأولى ، ولما كان طابع الدراسة فى هذه المرحلة هو الدراسة العامة التى ترتكز على قاعدة عريضة من أساسيات العلوم مع تمكين الطلاب من القدرة على التفكير العلمى ، فهناك حاجة ماسة لقيام مختلف المؤسسات بتدبير برامج تدريبية لخريجى الجامعات الجدد قبل قيامهم بالأعمال التنفيذية ولاستكمال هذه البرامج التدريبية تباعا بما يكفل متابعة هؤلاء الخريجين للتطور العلمى والذى ينعكس أثره على أعمالهم بالفائدة المحققة .

رابعا – بالنسبة لتوحيد مستوى التعليم العالي فى اطار جامعى

١ – تضم الى الجامعات المعاهد العليا الزراعية والصناعية والتجارية التى ترى ضمها لجان متخصصة تشكل لهذا الغرض ، مع التنسيق الكامل بين الكليات والأقسام المتناظرة .

وتراعى فى تنفيذ هذه التوصية الاعتبارات الآتية :

(أ) وضع القواعد المنظمة لأوضاع العاملين فى المرحلة الانتقالية بما يضمن عدم الاضرار بمصالحهم .

(ب) الا يضار الطلاب الموجودون حاليا بالمعاهد نتيجة لهذا الضم .

(جـ) بحث امكان انشاء أقسام أو كليات متخصصة .

(د) المعاهد التى ترى اللجان المتخصصة عدم ضمها الى الجامعات ينظر فى الاستفادة بامكانياتها فى نواح تعليمية اخرى .

٢ – نظرا للظروف الخاصة بالمعاهد التى تخضع لاتفاقيات المعونة الفنية وهى المعهد العالى الصناعى بالمنصورة والمعهد العالى الزراعى بالمنصورة والمعهد العالى الصناعى بالسويس التى تخضع لاتفاقيات مع الصندوق الخاص للأمم المتحدة والمعهد العالى التكنولوجيا بحلوان الذى يخضع لاتفاقية مع جمهورية المانيا الاتحادية يعامل القائمون بالتدريس فى هذه المعاهد معاملة هيئات التدريس فى الجامعات متى كانوا مستوفين لشروط التعيين فى الجامعات على إن تظل هذه المعاهد بوضعها الحالى مع انتمائها الى جامعة من الجامعات ، وذلك لحين انتهاء الاتفاقيات الخاصة بها .

٣ – انشاء أكاديمية أو جامعة للفنون تضم كليات الفنون الجميلة والتطبيقية والمعاهد الفنية التابعة لوزارة الثقافة ، فيما عدا الأقسام التى ترى اللجان المختصة ضمها للجامعات على أن تدرس هذه اللجان أى المجالات يمكن أن ينطوى تحت هذه الأكاديمية أو الجامعة وتدرس مقومات اختيار الطلاب وشروط قبولهم .

٤ – تنشأ داخل الجامعات وعلى المستوى الجامعى دراسات فى التربية الفنية والموسيقية والرياضية وتتولى لجان متخصصة دراسة تفاصيل انشاء هذه الدراسات ووضعها فى الجامعة مع الاستفادة من امكانيات المعاهد العليا الحالية .

٥ – ضم مدرسة الألسن الى احدى الجامعات مع الاحتفاظ بكيانها المستقل لتكون نواة لدراسة اللغويات فى الجامعات .

٦ – يصفى القسم التربوى بالمعهد العالى للاقتصاد المنزلى ويسرى على قسم الأزياء والملابس ما يسرى على كلية الفنون التطبيقية ويضم قسم التغذية وادارة المؤسسات الى احدى الجامعات مع التنسيق بينه وبين قسم الاقتصاد المنزلى بكليات البنات بجامعة عين شمس .

٧ – يضم المعهد العالى للخدمة الاجتماعية الى احدى الجامعات وينسق بينه وبين قسم الاجتماع بتلك الجامعة .

خامسا – تخطيط السياسة العامة للتعليم

نظرا لتعدد الهيئات المشرفة على التعليم والتدريب فى الدولة ، تنشأ هيئة دائمة أو مجلس اعلى يتولى وضع فلسفة للتعليم والتدريب بما يضمن :

(أ) الربط بين مختلف مراحل التعليم والتدريب .

(ب) الربط بين التعليم والتدريب واحتياجات الدولة فى مختلف قطاعاتها .

على ان يكون من مهام هذه الهيئة أو المجلس القيام بالأعباء الآتية :

(أ) تخطيط التعليم والتدريب .

(ب) متابعة تنفيذ الخطة .

(ج) تطوير التعليم والتدريب بما يتلاءم مع تطور احتياجات المجتمع .

خاتمـة

هذه هى الملامح الرئيسية للسياسة المقترحة كما تبلورت عنها اللقاءات والدراسات فى الجامعات وكلياتها فى الشهور الأخيرة .

ويحتاج تنفيذ هذه السياسة الى دراسات اكثر تفصيلا لكل قطاع نوعى من التعليم الجامعى ، وسيتم هذا فى مؤتمرات توعية تجمع بين ممثلين الكليات المتناظرة داخل الجامعات وبين المسئولين فى ميادين العمل ذات الصلة الوثيقة بكل قطاع ، بحيث ينتهى كل مؤتمر الى مخطط واضح لاطار ونظام العمل فى كل قطاع .

وستقوم الأمانة العامة للمجلس الأعلى للجامعات بالدعوة الى هذه المؤتمرات والاعلان عن مواعيدها . وستنقسم المؤتمرات الى الفروع الآتية :

- الدراسات الطبية .
- الدراسات الهندسية .
- اللغات وآدابها والفنون .
- الدراسات الانسانية .
- الدراسات القانونية .
- العلوم الأساسية .
- الدراسات الزراعية والبيطرية .
- الدراسات الاقتصادية والسياسية والمحاسبة وادارة الأعمال .
- الدراسات التربوية واعداد المعلمين .

وذلك على أن ينتهى كل مؤتمر الى خطة تنفيذية فى الأمور الآتية ، لكل دراسة نوعية :

أولا — القبول

١ ـ تحديد المتطلبات من التعليم الثانوى فى مرحلته التخصصية (السنتين الثانية والثالثة) لتحقيق المستوى العلمى اللازم لكل دراسة نوعية .

٢ ـ طرق وشروط القبول لغير الحاصلين على الشهادة الثانوية العامة .

٣ ـ نظام الدراسة للعاملين الذين لا تسمح ظروفهم بالانقطاع لها .

ثانيا — نظام الدراسة والامتحان

١ ـ تحديد النسب المثلى للدراسات الأساسية والفنية والتطبيقية والانسانية فى فروع الدراسة المختلفة .

٢ ـ تحديد الهيكل العام للدراسة فى اطار النسب التى يتفق عليها .

٣ ـ تحديد المراحل الدراسية للحصول على الدرجة الجامعية الأولى وتوزيع تفرعات الدراسة فى كل منها .

٤ ـ تحديد التخصصات العلمية ودرجات البكالوريوس أو الليسانس .

٥ ـ نظام تدريب الطلاب أثناء الدراسة وبعد التخرج .

٦ ـ نظام الامتحانات وتحديد فرص الرسوب .

٧ ـ نظام الدراسة للدرجة الخاصة .

٨ ـ تحديد الأقسام العلمية فى كل كلية والتنسيق بينها فى الكليات المتناظرة .

٩ ـ خطة تحقيق ربط الأقسام العلمية المتناظرة داخل الجامعة الواحدة .

ثالثا — الدراسات العليا والبحوث

١ ـ الدبلومات ودرجتا الماجستير والدكتوراه من حيث شروط القيد ومدة الدراسة وطبيعتها ونظام منحها .

٢ ـ المعاهد النوعية للدراسات العليا والبحوث المقترح انشاؤها داخل الجامعات أو خارجها والتى يقترح أن تشرف الجامعات عليها .

٣ ـ نظام اشتراك الجامعات بكلياتها ومعاهدها فى البحوث التطبيقية فى المجالات المختلفة .

٤ ـ وسائل تنسيق تعاون الجامعات مع الهيئات المستفيدة من نشاطها .

تقرير
الامانة الفنية لمؤتمر الدراسات الهندسية

أهداف التعليم الهندسى

يتميز المهندس الاخصائى بأنه يجمع بين المعرفة التامة بالأساليب التقليدية فى العمل وبين القدرة على التطوير الابتكارى ـ استنادا الى المبادىء العلمية ـ فى تصميم وتطوير المنشـــآت والماكينات والأجهـزة والعمليات ، وفى تصـنيعها أو انشـائها أو تشغيلها .. وهو قادر على التنبؤ بسلوكها تحت ظروف التشغيل تحقيقا لأهداف مقصودة ملم باقتصادياتها وأمنها حرصا على الأموال والأرواح وبما يساهم فى تطوير المجتمع لسـد احتياجاته ورفع مستوى المعيشة فيـه باستخدام موارده الطبيعية والبشرية بأعلى كفاية ممكنة .

ويفرض عليه التقدم السريع فى المعرفة أن يكون قادرا على التطور الذاتى الذى يرفع مستواه المهنى يوما بعد يوم وعلى قيادة جموع العاملين معه وتنسيق جهودهم لتحقيق الأهداف المطلوبة .

أولا ـ القبول

١ ـ تحديد المتطلبات من التعليم الثانوى فى المرحـــلة التخصصية لتحقيق المســتوى اللازم للدراسات التخصصية :

(أ) نظام الدراسة فى المرحلة التخصصية :

يتكون التعليم الثانوى فى الوضـع الحالى من ثلاث سنوات ، منها سـنة أولى تكون الدراسـة فيها عامة مشتركة ، ينقسم بعـدها الطـلاب الى شعبتين ، أدبى وعلمى فى السنتين الثانية والثالثة ، وهى المرحلة التخصصية . ويتلقى طالب شعبة علمى خلال هـذه المرحلة العـلوم الرياضية والطبيعية والأحياء . ويقبل طلبة شعبة علمى فى الكليـات الهندسية والطبية والزراعية وكليات العلوم .

ولما كان الطالب فى كليـات الهندسـة يتطلب اعدادا خاصـا يختلف عن الاعداد لبـاقى هـذه الكليات ، فقد يكون من الأوفق التركيز بالنسـبة لهم على المواد الرياضية والطبيعية مع قدر محدود من مواد الأحياء .

لذلك يقترح تأييد ما جـاء فى مذكرة الأمـانة العامة للمجلس الأعلى للجامعات « فى شأن الملامح الرئيسية للسياسة المقترحة للتعليم الجامعى » ، بأن تبقى السنتان الأولى والثانية من التعليم الثانوى كما هما الآن استكمالا لمرحلة التثقيف العام بحيث تكون السنة الأولى دراسة عامة مشتركة ، ثم ينقسم الطلاب فى السنة الثانية الى شعبتين ، أدبى وعلمى ويحصلون فى كل شعبة منهما على دراسـة عامة فى المواد الداخلـة فى تخصصها . أما السنة الثالثـة فيكون التخصص فيهـا على نحو أدق ، ووفقـا للمسـتوى العلمى المطلوب للدراسـة الجامعيـة ، وبذلك ينقسم طلبة الشعبة العلميـة الى تخصص رياضة وآخر فى الأحياء ، ويقبل الطلبـة فى كليات الهندسة من طلبة تخصص الرياضة .

وتتضمن دراسة طلبة تخصص رياضة المواد الاساسية الآتية :

— الرياضة بفروعها المختلفة (الجبر ، الهندسة ، حساب المثلثات ، الميكانيكا ، التفاضل والتكامل) .

— الطبيعة . — الكيمياء . — الرسم الهندسي .

(ب) أساس المفاضلة بين المتقدمين للالتحاق بكلية الهندسة :

يكون أساس المفاضلة بين المتقدمين للالتحاق بكليات الهندسة هو المجموع الكلى فى شهادة الثانوية العامة مضافا اليه مجموع تقديرات الطالب فى المواد الأساسية سالفة الذكر (الرياضة ، الطبيعة ، الكيمياء ، الرسم الهندسى) . وبذلك يمكن اعطاء وزن اكبر للمواد المؤهلة للالتحاق بكليات الهندسة .

(ج) اشراف الجامعات على المرحلة التخصصية فى التعليم الثانوى :

لما كان المستوى العلمى لشهادة الثانوية العامة هو المدخل الرئيسى للتعليم الجامعى ، لذلك يلزم أن يكون هناك اشراف مباشر للجامعات على المرحلة التخصصية فى التعليم الثانوى (السنتين الثانية والثالثة) ، ويشمل ذلك :

— المشاركة فى وضع المناهج وطرق التدريس ، بحيث ترتبط بالتعليم الجامعى ، اذ انه امتداد مبنى على هذه المرحلة التخصصية ، وذلك لمنع التكرار والازدواج بين هذه المرحلة والسنة الأولى فى الدراسة الجامعية . ويحدث هذا بوضوح فى مقررات الرياضة والعلوم الطبيعية التى تدرس فى السنة الاعدادية بكليات الهندسة ، وما فيها من تكرار لمقررات المرحلة التخصصية .

— اقامة دورات تدريبية منتظمة بالجامعة لمدرسى المرحلة التخصصية فى التعليم الثانوى كل فى تخصصه .

— المشاركة فى الاشراف على امتحان الثانوية العامة من حيث وضع الأسئلة والتصحيح وتقييم اداء الطلاب والتعرف على أوجه النقص فى تكوينهم العلمى والعمل على تلافيها .

٢ — طرق وشروط القبول لغير الحاصلين على شهادة الثانوية العامة :

ويشترط لقبول غير الحاصلين على شهادة الثانوية العامة :

(أ) الحصول على الشهادة الإعدادية لضمان مستوى معين من التكوين الثقافى .

(ب) اجتياز الامتحانات فى المقررات التى تحددها كليات الهندسة لاستكمال تكوينهم العلمى فى المواد اللازمة للدراسة بها .

(ج) أن يكون القبول فى كليات الهندسة لهذه الفئة على أساس منحة دراسية تمنحها لهم الجهة التى يعملون بها ، ويكون متفرغا ومنتظما فى الدراسة .

٣ — نظام الدراسة للعاملين الذين لا تسمح ظروفهم بالانقطاع لها :

قد يكون هناك من بين العاملين الذين لا تسمح ظروف عملهم بالانقطاع للدراسة المنتظمة فى التعليم الجامعى ، النابهون أو القادرون على التعليم الذاتى أو ذوو المهارات الفنية أو الخبرة العملية فى عملهم . ولو أتيحت لهم فرصة استكمال معلوماتهم فقد يؤدى ذلك الى صقل هذه الخبرة والانتفاع بها خصوصا وأن نسبة ضئيلة فقط هى التى تمر بعملية الانتقاء فى السلم التعليمى حتى دخول الجامعة .

وهناك عدة طرق تتبع فى كل بلاد العالم لاتاحة الفرصة لمثل هؤلاء لمتابعة الدراسة فى غير أوقات عملهم ، وفى مكان قريب من مكان عملهم . ومن هذه الطرق تنظيم دراسات مسائية خاصة ، والتعليم بالمراسلة وبالراديو والتليفزيون وكل هذه الأساليب شائعة الاستعمال فى العالم شرقه وغربه .

لذلك يقترح أن تنشأ فى الجامعات هيئات للدراسة من الخارج تساعد الحكومات المحلية والتنظيمات النقابية والشعبية فى تهيئة مثل هذه الوسائل وامدادها بحاجتها من المراجع والمذكرات ، مع تنظيم طرق قيد وامتحان المتقدمين من العاملين للحصول على درجة جامعية من الخارج ، واتاحة الفرصة للجادين من بين هؤلاء الدارسين لحضور قدر معين من التدريب فى المعامل والاتصال المباشر بالأساتذة خلال عطلة الدراسة النظامية .

ثانيا ــ نظام الدراسة والامتحان

١ ــ الدراسات اللازمة لتكوين المهندس :

من المعلوم أن المهندس تلزمه قاعدة عريضة وعميقة من العلوم الأساسية والهندسية ، وكذلك يلزمه اكتساب خبرات ومهارات أساسية تسمح له بالعمل بحيث يكون قادرا على اكتساب المعارف وطرق التصميم الحديثة وتمثلها حتى يصبح متمكنا منها على المستوى الذى يسمح له بالتصميم والتطوير والبحث .

وتقسم مقررات الدراسة الى مجموعات تتميز كل مجموعة منها بسمة خاصة وهى :

العلوم الأساسية :

وهى بالتحديد الرياضة والميكانيكا والفيزيقا (١) والكيمياء والجيولوجيا .

الخبرات والمهارات الأساسية :

وهى الخبرات والمهارات الأساسية لمهنة الهندسية وهى بالتحديد طرق التصنيع والتشييد والرسم والاسقاط ، واللغات .

العلوم الهندسية :

وهى الدراسات النظرية التى تستنتج من قوانين الطبيعة الأساسية ، التقديرات الكمية لسلوك منظومات خاصة تعنى المهندس بالذات . ويتضمن هذا بالضرورة مقارنة هذه التقديرات بما يحدث فعلا فى الواقع وذلك عن طريق التجارب الخاصة المصممة لهذا الغرض .

ويمكن تقسيم هذه العلوم كالآتى :

— سلوك منظومات الأجسام الصلبة بنوعيها المرن واللدن تحت تأثير التأثيرات الميكانيكية أو التأثيرات الكهرومغناطيسية أو الكيميائية (مثال لذلك ميكانيكية الانشاءات) .
— سلوك منظومات الموائع تحت التأثيرات المذكورة (مثال لذلك الديناميكا الهوائية) .
— السلوك فى المجالات التى يبتدعها المهندس لتحقيق أغراض خاصة (مثال لذلك انتشار الموجات الكهرومغناطيسية) .

العلوم التطبيقية :

وهى خلاصة الخبرات الهندسية المتنوعة هى :

— تصف سلوك المعدات والمنشآت التى تعجز العلوم الهندسية عن التنبؤ الكمى الدقيق لها .
— تستخلص من هذا السلوك قواعد منطقية يستخدمها المهندس فى التصميم والاختبار والتشغيل .
— تزود المهندس بطرق فعالة لمواجهة مشاكل التصميم والاختبار والتشغيل وتختلف هذه الطرق من مجال لآخر ومن مستوى لآخر .

وكثيرا ما تتداخل هذه العلوم مع طرق التصميم والتنفيذ .

وتطور هذه العلوم يقربها من العلوم الهندسية .

طرق التصميم والتنفيذ :

وهى فى الواقع هدف المهندس وهى تشمل :

— التعرف على الأساليب المعترف بها فى الوقت الحاضر فى فرع من فروع الهندسة .
— البحث عن الرابطة بين هذه الأساليب وبين العلوم التى درسها من قبل .
— ابراز ما فى هذه الأساليب من قصور والعمل على تطويرها .

العلوم الانسانية والقومية (٢) :

وهذه العلوم تستهدف تكوين الفرد كانسان وكمواطن متفاعل مع المجتمع وعامل على رفاهيته .

والمقترح أن توزع نسب الدروس على مجموعات العلوم كالآتى :

(١) هناك رأى بضم ساعات الطبيعة التقليدية الى العلوم الهندسية المختلفة وقصر مادة الفيزيقا على الطبيعة النووية وطبيعة الجوامد والصوت والضوء .

(٢) تشمل العلوم القومية مادة التربية العسكرية ، ويوجد اقتراح بجعلها على صورة معسكرات أثناء العطلة الصيفية ، تأكيدا لاهميتها فى تكوين الطالب ، وتعوده على ضبط النفس وروح الاخلاص للجماعة والالتزام بأوامرها .

المجموعة	النسبة المئوية
علوم أساسية	٢٥
خبرات ومهارات أساسية	١٥
علوم هندسية	٢٥
علوم تطبيقية	١٥
تصميم	١٥
علوم انسانية وقومية	٥

وهـذه النسب تزداد أو تنقص حسب نوع الدراسة وطبيعتها .

٢ ـ الهيكل العام للدراسة والمراحل المختلفة :

يقترح تقسيم الدراسة للحصول على درجة البكالوريوس فى الهندسة الى ثلاث مراحل :

المرحلة الأولى : وتشمل الصف الدراسى الأول

المرحلة المتوسطة : وتشمل الصفين الدراسيين الثانى والثالث .

المرحلة النهائية : وتشمل الصفين الدراسيين الرابع والخامس .

وسمات المراحل المختلفة كالآتى :

المرحلة الأولى :

الدراسة فى المرحلة الأولى عامة لجميع شعب الدراسة بالكلية والاهتمام فيها موجه الى العلوم الأساسية والخبرات والمهارات الأساسية .

المرحلة المتوسطة :

والدراسة فى هذه المرحلة تهتم كذلك بالعلوم الأساسية وبالخبرات والمهارات الأساسية علاوة على مداخل العلوم الهندسية والعلوم التطبيقية .

وفى هذه المرحلة تنقسم الدراسة الى التفرعات العريضة الآتية :

- هندسة معمارية .
- هندسة مدنية .
- هندسة ميكانيكية .
- هندسة كهربية .
- هندسة كيميائية .
- هندسة التعدين .

المرحلة النهائية :

وتهتم الدراسة فى هذه المرحلة بالآتى :

- الاستمرار فى التزود من العلوم الأساسية أن لزم الأمر .
- العلوم الهندسية .
- العلوم التطبيقية .
- التصميم .

وفى هذه المرحلة تنقسم الدراسة الى :

- هندسة معمارية .
- هندسة مدنية :
  هندسة انشائية .
  هندسة مائية .
  هندسة نقل .
  هندسة صحية وبلديات .
- هندسة ميكانيكية :
  هندسة قوى ميكانيكية .
  هندسة انتاج .
  هندسة تصميم ميكانيكى .
  هندسة غزل ونسيج .
  هندسة بحرية .
  هندسة طيران .
  هندسة سيارات .
- هندسة كهربية :
  هندسة القوى الكهربية .
  هندسة الاتصالات الكهربية .
- هندسة كيميائية .
- هندسة تعدين :
  هندسة مناجم .
  هندسة بترول .
  هندسة فلزات .

٣ ـ مدة الدراسة وتوزيعها :

من المعروف أن مدة الدراسة اللازمة لتكوين مهندس هى حوالى ٥٠٠٠ ساعة دراسة ، ولذا فالمقترح توزيعها كالآتى :

- سنوات الدراسة خمس سنوات .
- السنة الدراسية مدة الدراسة فيها ثلاثون أسبوعا عدا مدة التمرين الصيفى وتوزيع أسابيع العام كالآتى :

عدد الأسابيع	نوع النشاط
١٥	دراسة
٢	عطلة
١٥	دراسة
١	عطلة
٦	امتحانات
٦	تمرين صيفى
٥	عطلة
٢	امتحانات دور ثان
٥٢	اجمالى

ـــ عدد الدروس الأسبوعية ٣٥ درسا ومدة الدروس خمسون دقيقة .

٤ ـ التدريب الصيفى :

يقترح اعداد منهاج للتدريب الصيفى لطلاب كل صف فى الكلية من السنة الأولى الى الرابعة على أن يشرف عليه أعضاء هيئة التدريس بالكلية ويدخل تقدير عمل الطالب اثناء هذا التدريب ضمن تقدير المقررات التى يحددها جدول توزيع المقررات على السنوات المختلفة .

٥ ـ نظام الامتحانات :

تمنح درجة البكالوريوس للطلبة الذين يجتازون بنجاح الامتحان فى المقررات الخاصة بكل شعبة من شعب الدراسة بالكلية علاوة على القيام بالتدريب والتمرينات العملية والقيام بأعمال تصميم تثبت قدرتهم على تمثل وتطبيق العلوم والخبرات المختلفة لهيئة المتحنين .

فاذا ما أثبت الطالب عند التحاقه بالجامعة أنه قد أدى بنجاح الامتحانات الخاصة بمقرر ما علاوة على قيامه بأداء التجارب العملية الخاصة بهذا المقرر فيجوز لمجلس الكلية أن يقرر اعفاءه من المقررات المناظرة له بالكلية .

ولضمان وصول الطالب للمستوى المناسب للحصول على البكالوريوس يتم الآتى :

١ ـ تقييم عمل الطالب أثناء العام الجامعى فى كل مادة تستلزم ممارسة مكتبية أو معملية أو القيام بعمل من أعمال التصميم بدرجات هى « أعمال السنة » الخاصة بهذه المادة . وهذه تمثل نسبة من مجموع الدرجات الخاصة بالمادة ، ويجوز بالاضافة الى درجات أعمال السنة أن تخصص أيضا درجات لاختبار أو اختبارات دورية أثناء العام الجامعى .

٢ ـ عقد الامتحانات الخاصة بالنقل وامتحانات درجة البكالوريوس فى نهاية العام الدراسى فى المقررات التى درسها فى فرقته أو فى المرحلة كلها . ويجوز أن تحوى امتحانات السنة النهائية اى امتحانات درجة البكالوريوس أسئلة فى مقررات سابقة . والامتحانات أصلا تحريرية ويجوز اضافة امتحانات شفهية أو عملية حسب ظروف كل مادة .

٣ ـ يقدم طلبة السنة النهائية مشروعا لنيل درجة البكالوريوس بعد الامتحان التحريرى يحدد القسم المختص موضوعه كل عام ويجوز تخصيص فترة اضافية للمشروع بعد الامتحانات النهائية (٣) ، والغرض من هذا المشروع هو أن يثبت الطالب قدرته على معالجة موضوع هندسى تحليلا وتصميما . ويقوم الطالب بتقديم مشروعه للجنة امتحان خاصة تناقشه فيه شفهيا .

قواعد الامتحان :

الأصل أن الطالب ينقل من فرقة الى اخرى اذا ما أرضى هيئة المتحنين وتتبع القواعد الآتية :

ـــ تقوم لجنة المادة بوضع الأسئلة بالاشتراك مع القائم بالتدريس وتحت اشراف الأستاذ المختص ، وتراعى اللجنة أن تكون الأسئلة موزعة على المقرر وأن تكون فى صورة تسمح بتقييم مختلف المستويات من الطلاب .

ـــ تقوم نفس اللجنة بنفسها أو بمعاونة آخرين بتصحيح أوراق الاجابة .

ـــ تقوم نفس اللجنة بدراسة التوزيع الطيفى للنتيجة وتدرس أسباب انحرافها عن النتيجة السوية وتقرر على أساس هذه الدراسة الدرجات التى تمنح للأوراق مراعية ان واجبها ليس بالضرورة انجاح نسبة معينة من الطلاب ، انما واجبها الحفاظ على المستوى العلمى .

(٣) يترك تقدير هذه الفترة للشعب الدراسية المختلفة وتستمر حوالى ٤ اشهر لطلبة الهندسة المعمارية و ٤ أسابيع لغيرهم .

وتقدم اللجنة الدرجات مشفوعة بتقرير عامى الى لجنة الامتحان .

— تقوم لجنة الرصد برصد درجات الامتحانات التحريرية والشفهية والعملية ورصد درجات أعمال السنة .

— تجتمع الشعبة المختصة فى صورة مؤتمر يجمع جميع المتحنين المختصين لسنة دراسية لمراجعة النتيجة ومناقشة تقارير لجان المتحنين ، ويحدد هذا المؤتمر قواعد السماح التى يراها استثناءا من القواعد العامة للنجاح ويرفع تقريرا بها لمجلس الكلية لاعتمادها .

ويجوز لهذا المؤتمر أن يقترح رفع تقدير طالب راسب فى مادة واحدة من ضعيف الى مقبول اذا كان قد حصل على نسبة فى المجموع الكلى تزيد على ٦٠ ٪ .

— الأصل فى النجاح أن يحصل الطالب على ٥٠ ٪ على الأقل من الدرجات الخاصة بكل عام على حدة .

— يقدر نجاح الطالب بالتقديرات الآتية :

التقدير	أكبر من	أقل من
ممتاز	٨٥	..
جيد جدا	٧٥	٨٥
جيد	٦٥	٧٥
مقبول	٥٠	٦٥
ضعيف	٣٠	٥٠
ضعيف جدا	..	٣٠

— التقديرات التى تمنح على أساسها درجة البكالوريوس هى تقديرات المرحلة النهائية بأكملها .

الطلبة المتخلفون الذين يعيدون امتحان أى مقرر يكون تقدير نجاحهم وفقا للدرجات المخصصة للامتحانات ولا يزيد تقديرهم عن مقبول .

- لا يسمح للطالب بالبقاء فى المرحلتين المتوسطة والنهائية لمدة تزيد عن أربعة أعوام دراسية فى كل .

٦ — الأقسام العلمية :

لما كانت الأقسام العلمية القيمة على العلم وتقدمه هى أصل تجمع أهل المعرفة فى الجامعة وهى روحها ، فالقسم كمركز لتجمع الخبرات العلمية والتخصصات يتكون من الأساتذة ذوى التخصصات المرتبطة وعدد من أعضاء هيئة التدريس والمعيدين يتناسب مع حجم العبء الجامعى العام الملقى على عاتقه . ويقوم القسم بالأعباء الآتية :

— يختص كل قسم بتدريس العلوم الداخلة فى اختصاص تخصصات الأستاذية فيه وفق ما تطلبه الشعب التعليمية المختلفة بالجامعة سواء على مستوى الدرجة الجامعية الأولى أو الدرجات الجامعية العليا .

— يختص القسم بتكوين المدرسة العلمية فى تخصصات الأستاذية ، وهذه المدرسة من واجبها أن تكون طليعة الأمة فى ميدانها وعليها أن تحافظ على العلم والخبرة وعلى تقدمه .

ويدخل فى هذا وضع خطة لتكوين أجيال متعاقبة من هيئات التدريس والبحاث .

والأقسام العلمية المقترحة هى :

١ — أقسام العلوم الرياضية والطبيعية (٤)
٢ — قسم علوم المواد .
٣ — قسم الهندسة المعمارية .
٤ — قسم الهندسة الانشائية .
٥ — قسم الهندسة المائية .
٦ — قسم الهندسة الصحية والبلديات .
٧ — قسم هندسة النقل .
٨ — قسم هندسة الإنتاج .
٩ — قسم التصميم الميكانيكى .
١٠— قسم هندسة القوى الميكانيكية .
١١— قسم هندسة الغزل والنسيج .
١٢— قسم هندسة السيارات .
١٣— قسم الهندسة البحرية .
١٤— قسم هندسة الطيران .
١٥— قسم هندسة الالكترونات والاتصالات الكهربية .

(٤) يقترح ان تكون أقساما فرعية تابعة عن القسم الام فى الجامعة وممثلة فى مجالس الشعب داخل الكلية التى يقوم القسم الفرعى فيها .

١٦– قسم هندسة القوى الكهربية .
١٧– قسم الهندسة النووية .
١٨– قسم الهندسة الكيميائية .
١٩– قسم هندسة المناجم .
٢٠– قسم هندسة البترول .
٢١– قسم هندسة الفلزات .

ويتكون القسم بكل كليــة متى وجد عدد من اعضاء هيئة التدريس كاف لتكوين التجمع ، فاذا لم يوجد العدد الكافى من اعضـاء هيئة التدريس فيمكن ضم هذا العـــدد القليل لقسم آخر قريب التخصص .

وكذلك لا يجوز تكرار الأقسام فى الجامعــة الواحدة الا اذا كبر حجم المسئوليات التعليمية فى الجامعة بحيث تتعــذر الخدمة التعليمية بكفاءة . وفى هــذه الحالة يجب تحقيق خطــة لربط هــذه الأقسام العلمية المتناظرة .

كذلك لا يجــوز تكرار الأقســام فى الجامعات المختلفة الا اذا كبر حجم المسئوليات التعليمية على مستوى الجمهورية .

ولما كانت طبيعة تعــليم الهندســة المعمارية تختلف بعض الشيء عن طبيعة التعــليم فى فروع الهندسة الأخرى فهناك رأى ينادى بتجميع اقسام التعــليم المعمارى فى الجامعات وخارجهــا فى اطار كلية العمارة .

٧ ـ الدرجات العلمية (البكالوريوس) :

١ ـ درجة البكالوريوس فى الهندسة المعمارية .
٢ ـ درجة البكالوريوس فى الهندسة المدنية .
٣ ـ درجة البكالوريوس فى الهندسة الميكانيكية .
٤ ـ درجة البكالوريوس فى الهندسة الكهربية .
٥ ـ درجة البكالوريوس فى الهندسة الكيميائية .
٦ ـ درجة البكالوريوس فى هندسة المناجم .
٧ ـ درجة البكالوريوس فى هندسة البترول .
٨ ـ درجة البكالوريوس فى هندسة الفلزات .
٩ ـ درجة البـــكالوريوس فى هندســـة الغزل والنسيج .

ويذكر اســـم التخصص بعـــد ذكر درجة البكالوريوس (مثـال ذلك درجة البكالوريوس فى الهندسة الميكانيكية ـ هندسة قوى ميكانيكية) .

٨ ـ الاشراف على الطلاب :

ضـمانا لموالاة الاشراف العلمى على الطـلاب وعلى حسن تنفيـذ خطة الدراســة وعلى تقييم النتائج وعلى موالاة تطوير المنــاهج تشكل شـعبة دراسية لكل :

(أ) نوع من انواع التفرعات الدراسية ، ويكون للشعبة مجلس من :

ـــ القسم او الأقسام التى تشارك فى تكوين الخريج .

ـــ القائمين بالقاء المحاضرات من غيرالأقسام ويختص مجلس الشعبة بالآتى :

ـــ متابعة الدراسة بالشعبة .

ـــ ابداء الملاحظات على سابق تكوين الطالب فى مرحلة سابقة .

ـــ تقييم الامتحانات .

ـــ تقديم المقترحات الخاصة بالتطوير سواء فى المرحلة او فى مرحلة سابقة .

ب) شعبة للمرحلة الأولى وتكون من :

ـــ رؤساء واساتذة اقسام العلوم الرياضية والطبيعية بالكلية .

ـــ القائمين بالتدريس فى المرحلة

ـــ ممثل لكل مجلس شعبة دراسية .. له مثل الاختصاصات السابقة .

٩ ـ ربط الأقسام العلمية المتناظرة داخل الجامعة الواحدة :

الأصل فى الجامعة هو القسم العلمى المتكامل الذى يخدم الجامعــة ككل ، ولكن ظروف التوســع الكبير والتنوع فى الدراسات المختلفة ووجود قسم كبير يحوى تخصصات كبيرة خلقت مشاكل نوضحها فيما يلى :

١ ـ ما يسمى بالرياضة هو فى الواقع مجموعة من التخصصات العريضة .

٢ ـ تفرع استعملات الرياضة يحتم تخصص بعض

الأفراد فى مهمة نقل المعرفة الى طائفة معينة من الطلاب .

٣ ـ يجب الا يطغى هذا التخصص فى التعليم على باقى المهام الجامعية الأخرى من حفظ العلم وتقدمه .

والرأى المطروح للمناقشة هو :

« اذا كانت الظروف الجامعية تحتم كبر حجم المسئولية التعليمية بالكليات المختلفة بالجامعة فيرى ان يكون للقسم الموحد بالجامعة فروع خاصة بالكليات . مثال لذلك أن يوجد قسم للرياضيات بالجامعة يتفرع الى قسم فرعى للرياضيات بكلية العلوم وفرع آخر للرياضيات بكلية الهندسة . وليس معنى هذا أن يوجد أستاذ واحد للرياضة بالجامعة بكل يكاد يكون من المحتم وجود أكثر من استاذ نظرا لكبر حجم المسئولية التعليمية والتوسع الخاص بالمادة العلمية . ويكون للفروع الخاصة بالقسم الأم بالجامعة نفس التزامات أى تخصص آخر ملحق بالكلية » .

١٠ ـ نظام الدرجة الخاصة :

من المعلوم ان نسبة تتراوح من ٣ الى ١٠ ٪ من الطلاب المقبولين بكلية الهندسة تعتبر فى الواقع من طبقة الموهوبين (هؤلاء تصل نسبة ذكاؤهم الى ما فوق ١٤٠) ويطرح للمناقشة موضوع اعداد هؤلاء لدرجة خاصة .

وهناك رأيان :

فالرأى الأول : يرى عدم وجود الدرجة الخاصة اصلا لأن الدراسة فى كلية الهندسة مثقلة تماما بالدروس ويكاد الطالب الا يجد وقتا لاستيعاب كل ما يعطى له . هــذا فضــلا عن وجود دبلومات دراسات عليا ودرجات جامعية عليا تسمح للموهوب أن يستمر فى دراساته .

اما الرأى الثـانى : فيرى انه قـد حان الوقت لايجاد الدرجة الخاصة وقد سبقتنا اليها اغلب دول العالم التى اما ذكرتها صراحة تحت اسم الدرجة الخاصة أو وضعتها تحت اسم علوم مختارة .

ويستند أصحاب هذا الرأى الى :

١ ـ اننا نصمم التعليم أصلا لمتوسط خاص بنوع التعليم ولا يصمم أصلا للموهوبين .

٢ ـ أنه بالتالى سيكون لدى الموهوب فسحة من الوقت تمكنه من التبحر فى العلم وعلينا شغل هذا الوقت حتى لا يتعود مثل هــذا الطالب التكاسل .

٣ ـ أنه من المصلحــة أن ينظم هــذا التبحر وان يعطى الموهوب تقديرا عليه .

ولذا فأصحاب هذا الرأى يرون :

١ ـ ادخال نظام الدرجة الخاصة .

٢ ـ يختار طلاب الدرجة الخاصة من الحاصلين على متوسط درجات جيد جدا على الأقل فى المرحلتين الأولى والمتوســطة والا يكون قد رسب فى سنة دراسية .

٣ ـ تعد لمن يرغب من هؤلاء الطلاب ولمن يوافق القسم العلمى على تقدمه للدرجة الخاصــة دراسات اضافية خاصة ويستحسن أن تكون من نوع العــلوم الهندســية ويمكن أن تكون احدى المقررات التى تدرس فى الدراســات العليا .

٤ ـ يشترط استمرار نجاح الطالب بتقدير جيد جدا على الأقل لاستمراره فى الدرجة الخاصة ولا يسمح لطالب الدرجة الخاصة بالرسوب **فى أية مادة .**

٥ ـ مجموع درجات طالب الدرجة الخاصة عبارة عن مجموع درجاته فى مواد الدرجة العادية مضافا اليه مجموع درجات المواد الخاصــة ويقارن هــذا المجمــوع بمجـاميع الطلاب العادية . مثال لذلك حصــل طالب الدرجة الخاصة على مجموع ٨٠٥ درجة من ١٠٠٠ درجة فى المواد العادية وعلى ٨٢ من ١٠٠ . فى هذه الحالة يقيد مجموع الطالب ٨٨٧ من ١٠٠٠ ويقـارن هكذا مع مجمـوع ســائر الطلاب .

٦ ـ تحجـز درجات الشرف لطـلاب الدرجــة الخاصة فقط .

ثالثا ـ الدراسات العليا والبحوث

١ ـ الدبلومات ودرجتا الماجستير والدكتوراه :

تكتسب الدراسات العليا اهمية خاصة فى السياسة المقترحة تفوق اهميتها فى ظروف التعليم الجامعى التقليدية . فهى الآن وسيلة استكمال تخصص الطالب الذى يبدأ ـ ان بدأ ـ فى نهاية المرحلة الجامعية الأولى . ومن المسلم به أن تشعب التطبيقات المتخصصة فى مجالات محددة وتقادمها يزدادان بشكل ملحوظ يحتم على المهندس الاخصائى أن يداوم على الدراسة والاطلاع وزيادة معارفه حتى لا يسبقه تقدم العالم السريع .

وللدراسات العليا المتخصصة بعد هذا وظيفة حساسة فى ظروف تأصيل الصناعة الناشئة وارسائها على دعائم مستقرة تنبع من صميم بيئتها بحيث يتناقص اعتمادها على مصادر الخبرة الخارجية باطراد وبسرعة ، فعليها أن تزود المهندس بالمعارف والمهارات اللازمة لمواجهة مشاكل العمل الهندسى فى التصميم والتطوير والانتاج وحلها حلولا حاسمة بالاعتماد على النفس .

ومقومات الدراسة العليا استاذ قادر متقطع للبحث والدرس وطالب متفرغ ومكتبة وافية وحد أدنى من التجهيزات العلمية . ويلاحظ ان نظم الدراسة العليا فى الجامعات كلها تفترض أن الاصل فى طالبها هو عدم التفرغ ، وفى راى اللجنة ان هذا هو أهم ما يجب تعديله ، كما ترى أن هناك فائدة محققة فى تشجيع بعض الاساتذة كلما أمكن ذلك للتفرغ التام للدراسات العليا .

وتمنح كليات الهندسة :

- دبلوم الدراسة العليا .
- ماجستير فى الهندسة .
- دكتوراه الفلسفة فى فروع الهندسة .

دبلوم الدراسات العليا :

هو الدرجة العلمية التخصصية للمهندس ، وتهدف دراسات الدبلوم الى تعميق معرفة الطالب بفرع التخصص الذى يعمل فيه حتى يكون قادرا على التصرف المستقل الكفء فيه .

ويقترح أن تكون شروط القيد للحصول على دبلوم الدراسة العليا هى :

نظام الدراسة :

عام	هندسة التعدين	فلزات
		بترول
		مناجم
	هندسة كيميائية	كيميائية
	هندسة كهربية	اتصالات كهربية
		قوى كهربية
	هندسة ميكانيكية	غزل ونسيج
		سيارات
		طيران
		بحرية
		تصميم ميكانيكى
		انتاج
		قوى ميكانيكية
	هندسة مدنية	صحية وبلديات
		نقل
		مائية
		انشائية
	هندسة معمارية	هندسة معمارية
[illegible]	[illegible]	[illegible]
١	٢ ـ ٤	٣ ـ ٥

(ا) ان يكون قد قضى فترة التدريب للمهندس الحديث التخرج . وقد يستثنى من هذا الموفدون من خارج الجمهورية على منح والمعيدون بكليات الهندسة .

(ب) الا يكون قد مضى على تخرجه اكثر من ثلاثة اعوام ويمكن قبول من مضى على تخرجهم اكثر من ثلاثة اعوام اذا ما اجتازوا امتحان قبول يعده القسم المختص لهم .

(جـ) ان يكون الطالب موفدا من قبل الهيئة التى يعمل بها والتى تهتم بتخصصه وان يكون حاصلا على تقدير « جيد » على الاقل فى البكالوريوس . ويمكن قبول الحاصلين على تقدير « مقبول » اذا ما اجتازوا امتحان قبول يعده القسم المختص لهم .

(د) يجوز قيد الحاصلين على درجة البكالوريوس من الجامعات فى غير شعبة الدراسة التى تؤدى الى تخصص الدراسة العليا اذا ما كانت مقاربة لهذا التخصص ، ويشترط فى هذه الحالة ان يدرس المتقدم لدراسة الدبلوم المقررات التكميلية التى يحددها له القسم وان يجتاز امتحان قبول فيها بنجاح .

هـ) الاصل فى طلبة الدراسة العليا التفرغ ، ويجوز قبول غير المتفرغين بشرط أن ينتظموا فى الدراسة ثلاثة ايام كاملة على الاقل فى الاسبوع

(و) مدة الدراسة عام جامعى للطالب المتفرغ ، وعامان جامعيان لغير المتفرغ .

(ح) يشترط نجاح الطالب فى مقررات المجموعة الاولى قبل انتقاله لدراسة المجموعة الثانية .

درجة الماجستير فى الهندسة :

الهدف من دراسة الماجستير هو التعمق فى العلوم التخصصية والتمرس على طرق البحث ، ولذلك فان الحصول على درجة الماجستير يستتبع بالضرورة دراسة مقرارات ، بالاضافة الى قدر معين من البحث .

ويقترح أن تكون شروط القيد والحصول على درجة الماجستير ما يلى :

(ا) ان يكون الطالب حاصلا على بكالوريوس هندسة فى فرع التخصص بتقدير عام «جيد» على الأقل ، ويعفى من شرط التقدير الحاصلون على دبلوم دراسات عليا .

ويجوز قيد الحاصلين على بكالوريوس من تخصص آخر بالتقدم للحصول على ماجستير، اذا كانوا حاصلين على دبلوم الدراسات العليا فى احد تخصصات القسم المانح لدرجة الماجستير .

(ب) ان يتفرغ الطالب ثلاثة أيام كاملة فى الاسبوع على الأقل .

(جـ) يكلف طالب الماجستير بدراسة عدد من المقررات واجراء بحث . وتمنح درجة الماجستير بعد مضى عام من تاريخ التسجيل للمتفرغين (وعامين لغير المتفرغين) ، وبعد أن يجتاز بنجاح المقررات التى كلف بدراستها ، ويتم قبول الرسالة التى يتقدم بها متضمنة موضوع بحثه .

(د) يلغى قيد الطالب اذا لم يحصل على درجة الماجستير خلال خمسة اعوام من تاريخ التسجيل .

(هـ) يكون الاشراف على دراسة الماجستير وبحوث الماجستير لاعضاء هيئة التدريس من الاساتذة والاساتذة المساعدين ، ويجوز اشراك المدرسين فى الاشراف .

درجة دكتوراه الفلسفة فى الهندسة :

الهدف من دراسة الدكتوراه تدعيم البحث العلمى المبتكر واضافة جديد الى العلم ، وخلق جيل من الباحثين القادرين على التصدى لحل مشكلات المجتمع والانتاج عن طريق البحث العلمى . ويقترح أن تكون شروط الحصول على درجة الدكتوراه :

(أ) أن يكون الطالب حاصلا على ماجستير فى الهندسة فى فرع التخصص وأن يتفرغ الطالب ثلاثة ايام فى الاسبوع على الاقل .

(ب) المدة اللازمة للحصول على الدكتوراه سنتان على الاقل من تاريخ التسجيل يتفرغ خلالها الطالب للبحث العلمى ، ويجوز للقسم المختص ان يكلف الطالب بحضور مقررات دراسية، وتأدية الامتحان فيها ويلغى قيد الطالب لدرجة الدكتوراه بعد خمس سنوات من تسجيله لها ، اذا لم يتقدم فى بحثه بنجاح.

وهناك اقتراح بألا يتم التسجيل لدرجة الدكتوراه الا بعد اجتيازه امتحانا عاما أمام لجنة تتكون من أساتذة فى مجالات التخصص والمقررات وثيقة الصلة بها ، على ان يكون قد أدى بنجاح امتحانا فى الترجمة من أحدى اللغات الأجنبية .

٢ ـ المعاهد النوعية للدراسات العليا والبحوث :

الاصل فى معاهد الدراسات العليا والبحوث ان تكون فى داخل الجامعة ، ولكن ظروف التنمية بموارد محدودة وتحت تأثير ضغوط كبيرة قد تحتم الاستفادة بأية امكانيات قد تكون موجودة خارج الجامعة .

وعلى هذا فان المعاهد تقوم خارج الجامعة اذا لم يتيسر للجامعة الحصول على الامكانيات اللازمة وكانت موجودة فى مكان آخر او اذا احتاج العمل نفسه الى دراسات حقلية فى موقع عمل معين بالذات .

٣ ـ نظام اشتراك الجامعات فى البحوث التطبيقية فى المجالات المختلفة :

يقترح تركيز مراكز البحوث بقدر الامكان لزيادة كفاءتها وعدم تشتيت الجهود ، وذلك طبقا لما يأتى :

ـ استمرار المراكز الموجودة حاليا خارج الجامعة اذا كانت لديها المقومات الكافية مع ضرورة ربطها مع الجامعة .

ـ تستمر معاهد الجامعة المتخصصة فى القيام بالبحوث الاكاديمية ، ومايحال اليها من بحوث تطبيقية .

ـ تتمتع المعاهد بحرية التصرف فى الموارد التى تحصل عليها نظير التعاقد على القيام بأبحاث.

رابعا ـ وسائل تنسيق تعاون الجامعات مع الهيئات المستفيدة من نشاطها

يمكن للجامعات ان تتعاون مع الهيئات خارجها فى ثلاثة مجالات :

(أ) البحوث وتطبيقاتها لتحسين وزيادة الانتاج .

(ب) أعمال الخبرة والاستشارات الخاصة بالهيئات .

(جـ) دراسة وتصميم المشروعات الهندسية .

وجدير بالذكر انه بقدر الفائدة التى تعود على المجتمع من هذا التعاون فان هناك فوائد جمة تعود على رجال الجامعة نتيجة لاحتكاكهم بالحياة العملية واكتسابهم لخبرات غير ميسرة داخل الجامعة تساعد على تنمية تكوينهم وصقلهم . واصلح خامة لتكوين الخبراء هم هيئة التدريس ومن فى مستواهم العلمى . ولذلك يجب ان تتاح لهم الفرصة للاشتراك فى المشروعات المختلفة وملازمة كل خبير يعمل فى الجمهورية للاستفادة من خبرته وليكون رقيبا على تصرفاته العلمية .

كمـا يقترح ضرورة الرجـوع الى الجـامعة للتعرف على مـدى توفر الخبرات المطلوبة لهـا ، وذلك قبل الالتجاء الى الخبرات الاجنبية .

من الثابت فنيا أن تدريس العلوم التطبيقيـة تدريسا نظريا فحسب يعتبر تدريســـا قاصرا ، ويجب ان تدعم الدراسات التطبيقية بنتائج خبرات في التطبيق وأن توجه هذه الدراسات على أســاس من الواقع كذلك فان تطبيق احدث ما وصلت اليه العلوم الهندسية فى مجال البحث العلمى تطبيقـــا علميا هو الغاية التى من أجلها يقوم البحث العلمى .

لذلك .. فان اسهام اعضـاء هيئة التـدريس بالكليات الهندسية وخاصة من يقوم منهم بتدريس العـلوم التطبيقية فى دراســـة تفاصيل المشروعات الهندسية سيزيد من خبرتهم ، فضلا عن الفـائدة الكبيرة التى تعود على المهنة نفسها .

ويتم حاليا اسهام بعض أعضاء هيئة التدريس فى هذا المجال ولكن بطريقة فردية شخصية عن طريق الانتدابات فى المؤسسات والشركات واللجان ، وعن طريق المكاتب الخاصـة . وفى الحالتين يقوم عضو هيئة التدريس بمزاولة المهنة خارج الجامعة . ومما لاشك فيـه أن مزاولة المهنـة على هذه الصورة لا تسمح لعضو هيئة التدريس بالتواجد اكبر وقت ممكن فى الجامعة .

ويقترح تشجيع وتنظيم اسهام أعضاء هيئـة التدريس فى هذا المجال من داخل الجامعة ، وذلك بعد توفير الامكانيات اللازمة لذلك . على أن يشرف على توزيع العمل مجلس الكلية ومجالس الأقسام كما تشرف كذلك على توزيع الدخل العائد مع تخصيص نسبة كرسوم للجامعة أو الكلية ونســـبة أخرى للخـدمات وتحسينها وتطويرها . وتبعـــا لحجم المشروع والخبرات التى يتطلبها ، يمكن تكليف فرد أو مجموعة أفراد بالقيـــام بالدراســة والتصميم المطلوبين ، كما يمكن تكليف أكثر من فرد أو أكثر من مجموعة بتقديم حلول مرادفه للمشروع الواحد على أن يختار مجلس القسم أو لجنة مختصه يعينهـــا مجلس الكليـــة أحسنها من الناحيـــة الفنيـــة والاقتصادية .

ملخص للمذكرة المقدمة من

السيد الدكتور لبيب شقير

وزير التخطيط

بشأن السياسة المقترحة للتعليم الجامعي

تشير المذكرة الى نقاط أساسية لأهميتها فى عملية تطوير التعليم الجامعى وباعتبارها اتجاهات مرنة تضعها أمام أعين المؤتمرات النوعية . وهذه النقاط هى :

أولا : الربط بين التعليم العام والتعليم الجامعى :

هناك فائض كبير من خريجى المدارس الثانوية العامة ونقص شديد فى العمال الفنيين يقدر بحوالى ربع المليون فى عام ١٩٧٠ ويستدعى هذا الوضع الذى يؤثر على تنفيذ المشروعات من ناحية ويضغط على التعليم الجامعى من ناحية أخرى مراعاة ما يأتى :

١ ــ الترابط المتين بين التعليم العام ، والثانوى بصفة خاصة ، وبين التعليم الجامعى . وذلك عن طريق تضييق التعليم الثانوى العام ليقتصر على احتياجات التعليم الجامعى فقط والتوسع فى التعليم الفنى بوجه خاص .

٢ ــ ربط مناهج المرحلة الثانوية بالتعليم الجامعى ، باعتبارها مرحلة اعداد كامل للتعليم الجامعى ، ويتم هذا عن طريق دراسة مستفيضة دقيقة لهذه المناهج يشترك فيها رجال الجامعات .

ثانيا : زيادة اعداد المتخرجين فى الجامعات :

زاد عدد المقيدين بالجامعات من حوالى ٤٢ الف سنة ١٩٥٣/٥٢ الى حوالى ١٢٠ الفا فى عام ١٩٦٥/٦٤ وهو آخذ فى التزايد المستمر . ويحتاج الأمر الى الموازنة بين انتاج الجامعات واحتياجات المجتمع .

ولقد زاد عدد الطلبة المقيدين بالجامعات خلال سنوات الخطة الأولى بنسبة ٢٧٪ ، كما زادت ميزانية الجامعات الى أن وصلت الى ٢٢٪ من اجمالى نفقات التعليم فى الدولة (لا تزيد هذه النسبة فى الدول المتقدمة جدا عن ١٠ــ١٥٪) وهناك أسباب ثلاثة تحتم ضبط وتنظيم هذا النمو فى التعليم الجامعى .

١ – عدم حاجة البلاد لاعداد كبيرة من خريجيه .

٢ – تأثيرها على الكيف وعلى مستوى التعليم ،

٣ – حرمان ميادين التعليم الفنى من الاعداد التى تحتاجها .

ثالثا : نوع التعليم الجامعى :

كانت نسبة عدد المقيدين فى الكليات النظرية الى عدد المقيدين فى الكليات العملية – فى عام ١٩٥٣ – ٢ : ١ واتجهت الى التوازن سنة بعد أخرى حتى أصبحت فى نهاية الخطة الأولى ١ : ١ . ولكن هذا لا يصل بعد الى التوازن المطلوب وليكن مثلا ١ : ٢ قبل سنة ١٩٧٥ .

رابعا : مستوى التعليم الجامعى :

١ – اساس المشكلة أن التوسع الكبير يحدث فى وقت تكون فيه الموارد المتاحة مادية وبشرية – محدودة .

٢ – الاهتمام برفع مستوى التعليم الجامعى أمر تفرضه الحاجة الى ذوى الكفاية العالية من الاخصائيين والباحثين ، وهذا أمر أكثر فعالية من مجرد التوسع الكمى .

٣ – التوسع فى جميع الكليات **خطأ فادح** ، بالغ الضرر بتنمية الموارد البشرية ذات الأهمية الاستراتيجية .

٤ – يرتبط هذا بموضوع مناهج الدراسة وتقديرها بما يتفق ومرحلة التحول الاشتراكى ويستلزم هذا اتصال الجامعات بمشاكل التنمية وتوجيه البحوث نحو حلها . ونشير هنا الى أهمية الاستفادة من الخبرات المتاحة فى قطاعات التنمية خارج الجامعة ، خصوصا فى وضع المناهج والمقررات .

خامسا : تنظيم الدراسات العليا والبحث العلمى :

١ – التقدم التكنولوجى عامل أساسى فى أحداث التغييرات المرغوبة فى قطاعات التنمية ، والدول المتقدمة تهتم اهتماما كبيرا بالدراسات العليا والبحوث .

٢ – من الضرورى اذن أن تعمل سياسة النهوض بالتعليم الجامعى على اعداد طائفة من العلماء والباحثين القادرين على خلق بحوث ممتازة ، أى أنه من الضرورى وضع سياسة منسقة لتنظيم الدراسات العليا والبحوث داخل وخارج الجامعة تحقق أغراض التنمية .

٣ – فى عصر الذرة والفضاء تعتبر الدراسات العليا حاجة ماسة فى مراحل التغيير والتنمية ، تفوق فى أهميتها توفير التعليم الجامعى العادى لعدد كبير من الطلاب .

٤ – فى نفس الوقت تكون العناية بالعلوم الانسانية خليقة بالاعتبار ، فهذان النوعان من التعليم لا ينفصلان .

٥ – يؤكد هذا كله ضرورة التركيز على تنفيذ برامج مخططة للدراسات العليا والبحوث العلمية .

سادسا : دور الجامعات فى خدمة برامج التنمية :

ان ثمة نقاطا جوهرية نقترحها فى هذا الشأن تحقيقا للمستوى المنشود من التعليم الجامعى .

١ ـ ابداء الآراء العلمية والعملية من جانب المشتغلين فى قطاعات الانتاج باعتبارهم اكبر المستفيدين من انتاج الجامعات .

٢ ـ مراكز للبحوث الموجودة داخل مؤسسات الانتاج والخدمات تحتاج باستمرار الى مساهمة رجال الجامعات .

٣ ـ بعض البحوث يحتاج لتعاون أكثر من كلية وعلى هذا يجب ان تحقق مراكز البحوث التى تنشأ داخل الجامعة الترابط المطلوب بين التخصصات المختلفة

٤ ـ هناك اتجاهان للترابط : أولهما هو استفادة الجامعات من خبرة العاملين فى المؤسسات وثانيهما اسهام الأخيرة فى تمويل البحوث التى تجرى داخل الجامعات والتى تعود على المؤسسات بالنفع .

سابعا : دور الجامعات فى خدمة التطور فى المناطق التى نعيش فيها :

١ ـ لما كان هدف تنمية الموارد البشرية علميا وتكنولوجيا هو خدمة المجتمع ، فعلى هذا يجب أن يكون التعليم وظيفيا وتخصصيا .

ولقد كان فى بلادنا وحدها عام ١٩٦٥/٦٤ اكثر من ٧٠٪ من طلبة الجامعات فى القارة الافريقية .

٢ ـ ان سياستنا تفرض علينا التزاما أساسيا فى تطور دول هذه المنطقة التى نرتبط بها ارتباطا مباشرا . ويقتضى هذا أن تشمل سياسة التعليم الجامعى برنامجا محددا للوفاء باحتياجات هذه البلاد عن طريق تعليم ابنائها طبقا لمناهج تتفق وحاجيات بلادهم وهناك أمثلة كثيرة فى بلاد أخرى لكليات ومعاهد خاصة بدراسات المناطق الاستوائية .

ومن حسن الحظ أن حاجة كثير من الدول الافريقية الى المدرسين خريجى الكليات النظرية يصاحبها تخرج عدد كبير منهم فى بلادنا . ويقتضى توجيههم لسد هذه الحاجة اعدادهم اعدادا خاصا عن طريق دراسات خاصة للغات الأجنبية وتدريبهم فى الميادين التربوية .

ويمكن تلخيص النقاط الأساسية التى يقوم عليها التطور فى :

١ ـ الربط بين التعليم العام والتعليم الجامعى .

٢ ـ المواءمة بين انتاج الجامعة وأهداف المجتمع .

٣ ـ التوازن فى نوع التعليم الجامعى النظرى والعملى .

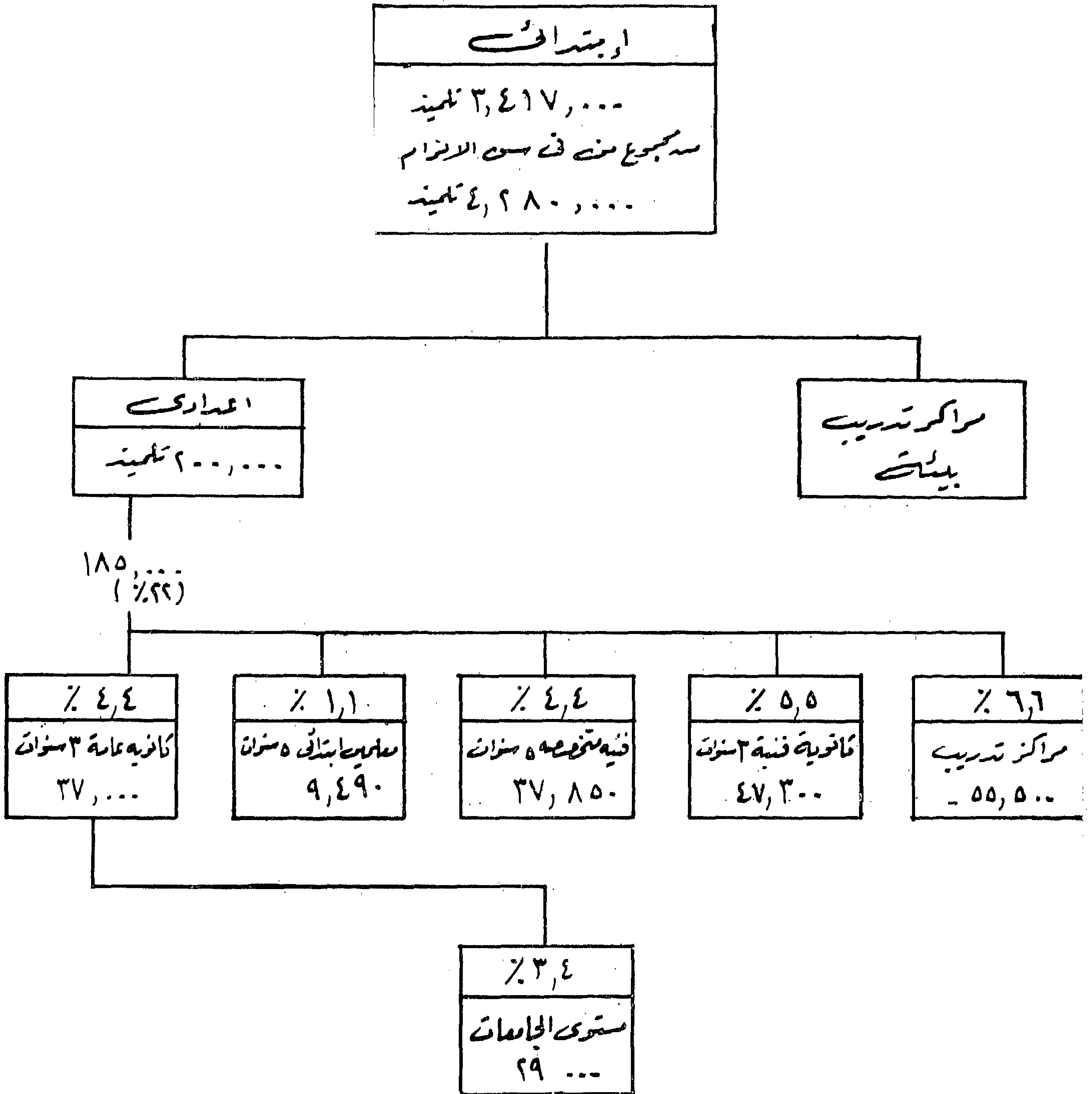
٤ ـ الاهتمام بمستوى التعليم الجامعى وبمتطلباته فى هيئات التدريس والتجهيزات وطرق التدريس .

٥ ـ تنظيم الدراسات العليا والبحوث بما يكفل ارتقاءها ومواءمتها لمطالب المجتمع

٦ ـ ارتباط دور الجامعة فى خدمة التنمية بخبرة المشتغلين فى الانتاج

٧ ـ دور الجامعات الفعال فى المناطق التى نعيش فيها وما نلتزم به فى عملية تطورها .

• توزيع الاعداد على مستويات التعليم المختلفة طبقا لاقتراحات اللجنة الوزارية للقوى العاملة فى تقريرها عن
((سياسة التعليم))



نسبة المقترح قبولهم فى العلوم والهندسة ٦٥٪

« « « الهندسة فقط ٤٤٪

قرارات وتوصيات المؤتمر الهندسي العربي العاشر

المنعقد في القدس من ٢٢ ـ ٢٦ آب (اغسطس) ١٩٦٦

موضوع التعليم الهندسي الجامعي والعالي

يوصي المؤتمر بما يلي :

١ ـ **تشكيل لجنة دائمة تسمى ((اللجنة الدائمة للتعليم الهندسي وتقييم الشهادات الهندسية)) تنبثق عن اتحاد المهندسين العرب للتعليم الهندسي وتقييم الشهادات الهندسية مؤلفة على الشكل التالي :**

(أ) ممثل واحد من كليات الهندسة في كل بلد عربي ،

(ب) ممثل واحد عن الهيئة الهندسية في كل بلد عربي ،

(جـ) ممثل عن اتحاد المهندسين العرب ،

(د) ممثل عن الجامعة العربية .

٢ ـ أن لا تقل عدد سنوات الدراسة التي تسبق الدراسة الجامعية عن ١٢ سنة دراسية .

٣ ـ أن يكون شرط القبول في كليات الهندسة على أساس تسلسل علامات (درجات) الطالب في الامتحان النهائي (التوجيهية أو ما يعادلها) على أن تؤخذ علامات الرياضيات والفيزياء والكيمياء بعين الاعتبار أما بشكل حدود دنيا أو باعطائها أوزانا اضافية .

٤ ـ وبخصوص نظام الدراسة ، يتبع في التدريس نظام السنة الدراسية الكاملة وتدرس « اللجنة الدائمة للتعليم الهندسي وتقييم الشهادات الهندسية » نظام المقررات courses والفصول terms وتعادلها مع سني الدراسة ويستغنى عن تسمية السنة الاعدادية (التحضيرية) وتسمى السنة الأولى .

٥ ـ وبخصوص مدة الدراسة الهندسية الجامعية والدوام (المواظبة) ، يجب أن لا تقل مدة الدراسة عن خمس سنوات دراسية كاملة . ويجب أن لا يقل عدد ساعات الدراسة في السنة الدراسية عن ٨٠٠ ساعة وأن لا يزيد عن ١٠٠٠ ساعة وبذلك يتراوح العددالاجمالي لساعات الدراسة الكلية بين ٤٠٠٠ و ٥٠٠٠ ساعة . ويجب أن يكون الدوام (المواظبة) اجباريا للطالب ويترك أمر تنظيم ذلك لكل كلية . هذا ويفهم من كلمة (ساعة) الساعة الزمنية ـ خمسون دقيقة للدرس وعشرة دقائق للاستراحة وذلك للساعات النظرية والساعات العملية والتطبيقية .

٦ ـ وبخصوص العلوم المدرسة (المقررات) :

(أ) تبوب العلوم التي تدرس بالكليات الهندسية على الشكل التالي وتعطى لها النسب المبينة بجانبها من أصل المجموع الكلي :

١ ـ علوم أساسية ويقصد منها الرياضيات والفيزياء والكيمياء والجيولوجيا وتكون النسبة ٣٠٪ على الأقل .

٢ – علوم انسانية (بما فيها اللغات) ويقصد منها (على سبيل المثال لا الحصر) التشريع، الاقتصاد ، المجتمع ، الأدب ، وتكون النسبة من ٥٪ الى ١٠٪ .

٣ – علوم هندسية ويقصد منها (على سبيل المثال لا الحصر) الميكانيكا (توازن – استاتيكا وتحريك – ديناميكا) ، مقاومة المواد ، ميكانيكا الموائع ، المساحة ، .. الخ . وتكون النسبة من ٣٠٪ الى ٤٠٪ .

٤ – تطبيقات هندسية ويقصد منها (على سبيل المثال لا الحصر) الخرسانة المسلحة (البيتون المسلح) ، الرى ، الصرف ، الهندسة الصحية تصميم الالات .. الخ .

٥ – تحدد نسبة الساعات العملية الى مجموع الساعات بين ٣٠٪ و ٤٠٪ ويقصد بالساعات العملية ساعات التمارين والمخابر (المعامل) والتصاميم .

(ب) يترك امر التخصص ضمن كل قسم الى ظروف كل بلد الا انه من المستحسن الابتداء بالتخصص بعد الحصول على الشهادة الجامعية الأولى (بكالوريوس أو ما يعادلها) .

(جـ) تكون السنة الدراسية الأولى (الاعدادية سابقا) على الأقل مشتركة لكافة الأقسام .

(د) تشرف الكليات الهندسية على تدريس العلوم الأساسية فيها بشكل مستقل ويكون فيها قسم خاص بهذه العلوم ويعين أعضاء الهيئة التدريسية لهذ العلوم أساسا فى هذه الكليات .

(هـ) يجب أن تحتوى الدراسات على ثقافة عريضة تهىء المهندس للقيام بدور قيادى فى مجتمعه بالإضافة الى الدور الفنى البحت ، كادارة الشركات .

٧ – إنه مع ضرورة اتقان الطالب لغة أجنبية ليتمكن من متابعة الدراسات الهندسية يجب العمل على أن يكون التدريس باللغة العربية مع الاحتفاظ بالرموز الدولية (الأحرف والأرقام اللاتينية واليونانية .. الخ) ويؤكد على ضرورة تعريب وتوحيد المصطلحات الفنية لتسهيل هذا الفرض .

٨ – وبخصوص الامتحانات : –

(أ) أن يكون هناك امتحان عام واحد فى نهاية كل سنة بالاضافة الى الاختبارات الدورية (اسبوعية أو شهرية) على طول السنة ، على أن تؤخذ علامات الاختبارات الدورية بعين الاعتبار فى التقدير النهائى .

(ب) أن توحد التقديرات على الشكل التالى : –

اقل من ٣٠٪	ضعيف جدا
من ٣٠٪ الى ٥٠٪	ضعيف
من ٥٠٪ الى ٦٥٪	مقبول
من ٦٥٪ الى ٧٥٪	جيد
من ٧٥٪ الى ٨٥٪	جيد جدا
أكثر من ٨٥٪	ممتاز

(جـ) أن يترك تحديد كيفية الترفيع من سنة لأخرى الى الكليات .

٩ – وبخصوص الهيئة التدريسية :

(ا) أن يشترط فى تعيين عضو الهيئة التدريسية أن يكون حائزا على شهادة الدكتوراه أو فى حالة عدم وجودها على أعلى شهادة فى مادة الاختصاص .

(ب) أن تستحدث وظيفة جديدة خارج الهيئة التدريسية تسمى (مساعد مدرس) يشترط فى من يعين فيها أن يكون حائزا على شهادة الماجستير أومايعادلها

١٠- يجب أن تكون مؤسسات التعليم الهندسى فى البلد الواحدة من نوع واحد ومن سوية واحدة وان توحد تسمية هذه المؤسسات فى جميع البلاد العربية ويطلق عليها اسم «كليات الهندسة» .

١١- يجب أن يكون الطالب الذى يرغب فى الانتقال من كلية الى اخرى فى البلاد العربية ناجحا فى كل مقرراته وان يؤمن شروط القبول فى الكلية التى يريد الانتقال اليها .

١٢- وبخصوص المعاهد الصناعية :

(ا) أن تختص المعاهد الصناعية بالمهمة الأساسية التى انشئت من أجلها وهى اعداد الفنيين على أن يقبل فيها حملة الشهادات المتوسطة (الاعدادية) مع اتاحة الفرصة لخريجى هذه المعاهد المتوفقين الالتحاق بكليات الهندسة بشروط خاصة بعد أن يجتازوامسابقة تختبر فيها معلوماتهم فى العلوم الأساسية والهندسية .

(ب) وأنه نظرا لأن المعاهد الصناعية العايا بوضعها الحالى لا تحقق الهدف المبين أعلاه فتقيم هذه المعاهد من قبل جامعات المنطقة التى توجد فيها وتضم فى حال قبول مستواها الى كليات الهندسة الموجودة فى هذه الجامعات .

١٣- وضع نظام تدريب (تدرج) خاص للمهندس فى جميع البلدان العربية بعد حصوله على الشهادة والعمل على توحيد مدة هذا التدريب .

١٤- زيادة التعاون بين الجامعات والقطاع الصناعى فى مجالات تبادل الاخصائيين بينها والبحوث العلمية وتشجيع دخول المهندسين العرب فى هيئات التدريس فى الجامعات وذلك بايجاد الحوافز المادية والمعنوية خاصة مجال البحث العلمى .

١٥- انه عند القيام بأى دراسة للتعليم الهندسى يجب أيضا دراسة بقية المستويات الفنية المرتبطة بمهنة الهندسة (المساعد والفنى والعامل الماهر) .

١٦-فصل قسم العمارة وتنظيم وتخطيط المدن فى كليات الهندسة عن الأقسام الأخرى بحيث يكون له كلية خاصة به ، ويدرس كل ما هو متعلق بشروط القبول والعلوم المدرسية من قبل لجنة خاصة على غرار « اللجنة الدائمة للتعليم الهندسى وتقييم الشهاداتالهندسية» الوارد ذكرها فى التوصية الأولى .

١٧- أن يتبنى اتحاد المهندسين العرب انشاء كلية هندسة فى مدينة القدس من أجل ذلك يشكل لجنة خاصة لدراسة هذا المشروع من جميع نواحيه والاتصال بالمسئولين فى الجامعة العربية والحكومة الأردنية لهذه الغاية .

* * *

وثيقة وعهد للشعب والقائد [1]

تحتاج الأمم الناهضة ، بين الحين والحين ، أن تنظر فيما حققت من تقدم ، وفيما واجهت من صعوبات ، وأن تقابل بين هذا كله وبين الأمل الذى تتطلع اليه ، لتجعل من هذه المقابلة فكرا يدرك احتياجات المجتمع وآماله ، وارادة تحطم الصعاب ، وعملا بناءا يستند الى العلم .

ولقد عرف شعبنا العلم فى هذه المرحلة الثورية التى يعيشها طريقه الى آماله ، الى البناء الاجتماعى الذى يريده ، الى الحرية والاشتراكية والى الوحدة ، وأدرك فى وضوح أن تحقيق هذه الآمال ، والحفاظ على ما حققه منها فى حاجة الى نضال متصل ، والى تعبئة كاملة لمختلف القوى والطاقات المادية والمعنوية . ولقد فرضت هذه الحقائق التخطيط العلمى الشامل لمختلف أهدافنا وامكانياتنا ، أسلوبا ضروريا لتحقيق النصر فى هذه المعركة .

ان اتساع آفاق العمل الوطنى فى مختلف مجالاته ــ وقد فرض على مجتمعنا تحديات عديدة وعنيدة ــ قد ألقى على الجامعات بصفتها طلائع تستكشف للشعب طريق الحياة الجديدة ، مسئوليات كبيرة . وأمام هذه المسئوليات يصبح تطوير التعليم الجامعى ــ وقد أدى واجبه فى الماضى وما زال يؤديه ــ ضرورة ملحة ، حتى يستطيع هذا التعليم أن يتابع ، وبكفاءة أكبر ، أداء واجبه المتزايد . وتستمد هذه الضرورة حتميتها من أن ظروف التحول الاشتراكى بكل أبعاده الرحبة ، ومعركة التنمية بكل ما فيها من تحديات خارجية وداخلية ، قد خلقت أوضاعا اقتصادية واجتماعية وسياسية جديدة ، واستلزمت أن يتسع العلم لآمال هذه المرحلة ، وفرضت لذلك على الجامعات ، الى جانب مهمتها فى الحفاظ على المعرفة وفى تمثلها وفى الاضافة اليها ، التزامات جديدة ليصبح العلم ملتزما يتسع لآمال الشعب .

أن مجتمع اليوم يتطلع ــ فى طموح مشروع ــ الى النظر فى تاريخه الحضارى الطويل والى احياء تراثه الفكرى والعلمى ، والى استلهام كل القيم الفكرية النبيلة التى تدفع بحركة الثورة العربية خطوات كبيرة الى الأمام . وهو يريد أن يتم هذا كله على أساس الفهم الاشتراكى الصحيح والتأصيل العلمى السليم . ثم هو يريد أن يكون هذا العمل الجليل تصحيحا للصورة التى شوهها الاستعمار ، وذخيرة كبيرة فى يد القوى الثورية العربية فى نضالها من أجل الحرية والاشتراكية والوحدة .

ان مجتمع اليوم يدرك أن تحديات التنمية كبيرة وأن بعضها خارجى يرتبط بضغوط أجنبية شديدة تريد للتنمية ألا تحقق أهدافها ، وأن بعضها داخلى يرتبط ببقايا المجتمع القديم التى تسعى جاهدة لتأكيد وجودها بصورة أو بأخرى . وهو يدرك أن مواجهة هذه التحديات والتغلب عليها هو الواجب السياسى الأول ، وان نجاحنا فى معركة التنمية ضرورة حتمية لوجودنا ولتقدمنا ، كما أن قيام الجامعات بدورها فى هذه المعركة ضرورة حتمية لتحقيق هذا النجاح .

---

(١) تليت فى حفل ختام مؤتمرات التعليم العالى والجامعى ، ٢٣ من فبراير سنة ١٩٦٧ .

ان معركة الانتاج ، كما ونوعا ، تلح على الجامعة ان تلقى بكل طاقاتها فيها : اعدادا فكريا وعلميا للطلائع الشابة القائدة التى تنتظرها جماهير شعبنا العامل ، المتأهب لبذل المزيد من الجهد فى كل الميادين — بحوثا علمية وتطبيقية فى الصناعة والزراعة وتنسيقا بينها وبين ما يجرى فى وحدات الانتاج — تدريبا للعاملين المتطلعين الى مزيد من المعرفة والفهم العلمى ، تركيزا على التخصصات التى تشتد الحاجة اليها اليوم ، وتشجيعا للبحوث الأساسية التى تمثل القاعدة الأولى لكل انتصارات تطبيقية وتكنولوجية .

فى مثل هذه الظروف ، وعلى ضوء هذه التحديات ، لا يكون للعلم مغزاه الا اذا كان علما ملتزما ، يلتصق باحتياجات المجتمع وطموحه ، يرد للشعب بعضا من الدين الذى له ، يتكامل مع كل عناصر ثروتنا القومية بالاحساس الكامل بالمسئولية . وليس ينفع فى هذا المجال أن نكتفى بأحداث تغييرات تنظيمية فى هيكل التعليم الجامعى فحسب ، بل اهم من ذلك أن نحتفظ بيقظتنا الفكرية ، وأن تلاحق أفكارنا التغيرات التى تحدث فى بناء المجتمع بل وتسبقها أيضا .

وما دامت هذه التغيرات عملية مستمرة بلا توقف ، فان مهمة تطوير الكيان الجامعى تكون هى أيضا مهمة مستمرة فى كل المراحل ، تستهدف دائما أكفأ استجابة للواقع الذى نعيشه وللتغيرات المتوقعة فيه .

لهذا يكون من الضرورى ان يسبق اى تطوير استيعاب دقيق للاتجاهات الفكرية العامة التى ينبغى أن تحكمه ، وللقيم الجديدة التى غرسها نضال المجتمع ، والتى يعبر عنها الميثاق وخطب الرئيس جمال عبد الناصر .

ان من الممكن تلخيص هذا كله فى مبادىء اربعة رئيسية : هيكل تعليمى مرن يسمح بالتعديل الذى يقتضيه التغير المستمر فى ظروف المجتمع وعلى ضوء امكانياته ، جامعة مفتوحة الأبواب لكل القادرين على التعلم أيا كانت ظروفهم الاجتماعية ، جامعة وثيقة الصلة بمواقع الانتاج التى تقف فى الخطوط الأمامية لمعركة التنمية ، تلاحم بين الدراسات الجامعية فى مراكزها المختلفة تحقيقا لفاعلية العمل الجماعى وأخذا بمبدأ شمول المعرفة الانسانية ، وحتى لا يصبح التخصص المنعزل عبئا على رصيد الجامعة الفكرى ، وعلى طموح المجتمع كله .

لقد عملت الثورة على تحقيق مبدأ تكافؤ الفرص بتقرير مجانية التعليم ، فأتاحت العديد من ابناء الشعب فرصة دخول الجامعة ، ولا يزال هناك شوط يجب على الجامعة أن تقطعه لاستكمال تحقيق هذا المبدأ ، ولضمان أن يكون خريجو الجامعة هم خلاصة هذه الأمة فى القدرات الفكرية والعلمية .

وليست الغاية زيادة اعداد الخريجين لمجرد الزيادة ، وانما هى احتضان الموهوبين الذين فاتهم — لسبب أو آخر — فرصة هذا التعليم ، وتشجيع الموهبة ورعايتها تحت راية الاشتراكية ولمصلحة الانتاج ذاته . ان هذه المهمة — بأبعادها الحقيقة — هى التى تضع على عاتق الجامعة واجب البحث المتواصل عن طرق جديدة ومتطورة لنقل المعرفة الى كل قادر على استيعابها أينما كان .

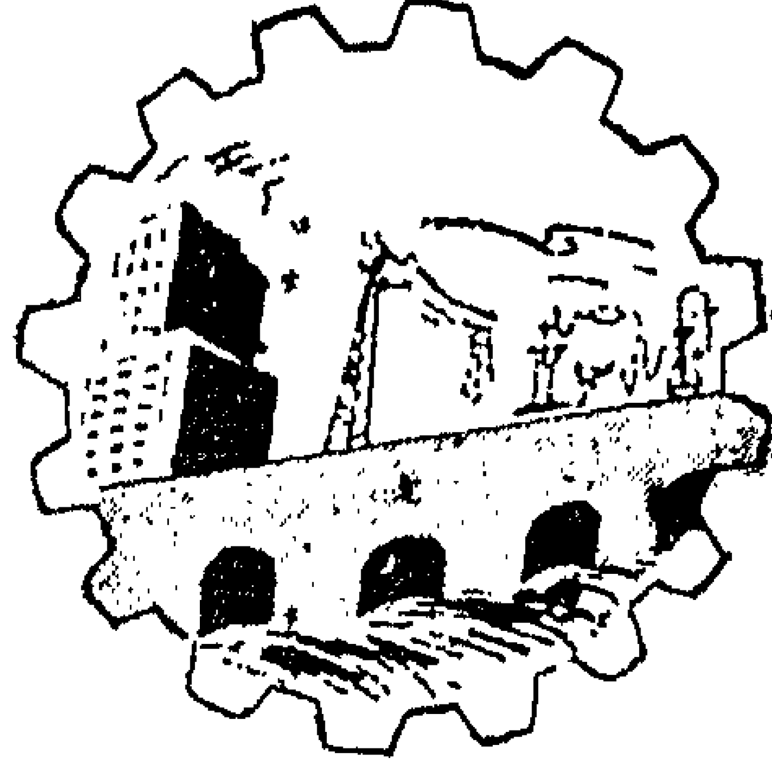
أن الجامعة الوثيقة الصلة بمواقع الانتاج ومعارك التنمية قد أصبحت ضرورة حيوية ، وهذه الضرورة لا تقوم فحسب على احساس الجامعة الكامل بمسئولياتها ازاء المجتمع الذى يعطيها ، ويأمل فيها ، وانما تقوم هذه الضرورة على ادراك كامل

من جانب الجامعة بأن هذه الصلة هى مستقبلها العلمى الحقيقى . فقضايا البحث العلمى تطرح أولا من الواقع بكل ابعاده ، هو الذى يغذيها وينميها ، ثم تعود نتائج البحث لتعين على اعادة صياغة هذا الواقع وتشكيله . والحق أن هذه القاعدة العامة لا تنسحب على نتائج البحث التكنولوجى فحسب ، وانما تنسحب أيضا على البحوث الأساسية ، علمية وانسانية ، التى يلزم أن نضيف اليها بادئين من مشاكل واقعنا وتنميتنا . ومن هذا المنطلق يمكن أن يكون للبحث العلمى فى بلادنا خطة وأولويات تنسق مع احتياجاتنا وامكانياتنا ، وتصبح الجامعة جزءا عضويا من هـذه الخطة تتفاعل معها تفاعلا كاملا .

من وحى هذه الاتجاهات الفكرية العامة ، وعلى ضـوء الفكر الاشتراكى الذى رضيناه فلسفة لحياتنا ، نظرت جامعاتنا فى نظمها وأهدافها نظرة النقد والتقويم ، وعرضت كل جوانبها على بساط النقاش الموضـوعى الصريح ، فى تلك المؤتمرات النوعية الجادة ، وأسفرت مداولاتها عن خطة متماسكة الحلقات ، تبدأ بالطـالب وتأهيله قبل دخول الجامعة ، وتسير معه فى حياته الجامعية دراسة وامتحانا وبحثا وتدريبا ، وترفع من مستواه فى تحصيله العلمى ، وتهيئه للدراسات العليا ، وتصله بمشـاكل وطنه ، وتحكم الحلقات بين الوحدات التى تتألف منها الجامعة ، وتنشىء من الأجهزة والمجالس العلمية ما يتطلبه نجاح الجامعة فى أداء وظيفتها فى المجتمع الجديد ، وتفتح الأبواب للتلاحم والتعاون بين الجامعات ومختلف قطاعات الحياة فى الأمة .

ان أمة كأمتنا تمسك بزمام حياتها ، وتصنع مستقبلها بيدها ، لجديرة أن تبنى دائما على العلم خطتها ، وتأخذ لكل مرحلة أهبتها ، وتتسلح لكل معركة بسـلاحها الذى يضمن لها النصر ، ويحقق لها المجد والعزة والرخاء .

ان الرئيس القائد ، وقد أكد ثقة المجتمع فى الجامعة ، وعدها الضـمانة الأولى لآمال الشعب ، قد وضع الجامعة أمام مسئولياتها . وأن الجامعة ، وهى تقدر ثقة المجتمع ، وتعتز بتقدير السيد الرئيس ، وتدرك عظم مسئولياتها ، لتعاهد الشعب والقائد على أن تؤدى واجبها نحو الوطن العربى ونحو العلم وتقدمه ، فى هذه المرحلة الحاسمة من تاريخ بلادنا المجيد ، مرحلة بناء الاشتراكية وصنع التقدم .



مجلة

جمعية المهندسين المصرية

العدد الثالث   المجلد السادس   يوليو - اغسطس - سبتمبر ١٩٦٧

مجلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية — تصدرها كل ثلاثة شهور
جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة السادسة — العدد الثالث — يوليو - - أغسطس — سبتمبر ١٩٦٧

محتويات هذا العدد

القسم العربى

صفحة

القسم الأفرنجى

بيانات :

مقر المجلة :

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٢١٠٦

الإشتراكات :

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوى :

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	٦٠ ص	٢٠٠ ص

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية ، أى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر وتعبر عن رأى كاتبها فقط

لجنة التحرير

تكوين المهندس لمواجهة المسئولية العلمية والفنية

للدكتور المهندس **عبد المجيد العبد**
والدكتور المهندس **أحمد على العريان**

١ — تكوين المهندس لمواجهة المسئوليات العلمية والفنية :

١ر١ — الدول النامية والمهندسين :

ليس من السهل تبرير وجود نسبة كبيرة فى الدول النامية من المحامين إلى عدد السكان ، ومن المحتمل أن يكون التقدير الاجتماعى الذى يلقاه المشتغلون بالنواحى القانونية ، لا سيما أثناء مراحل الكفاح فى سبيل الاستقلال ، أكثر من الحاجة إليهم هو الذى أدى إلى وجود عدد كبير منهم نسبياً بالإضافة إلى إتساع فرص التوظف التى أتاحتها هذه المهنة . وعلاوة على ذلك ، فإن كثيراً من المحامين يشتغلون بالسياسة على أساس كل الوقت أو بعض الوقت على المستوى القومى أو الإقليمى أو المحلى ، وكثيرون آخرون يدخلون قطاع الأعمال ويعملون بمختلف الوظائف التنفيذية والإدارية.

ولما تغيرت الظروف السياسية بعد الاستقلال نتيجة الإقدام على خطط للتنمية الاقتصادية ، فقد اقتضى الأمر تغيير هذه النظرة العامة نحو هذه المهنة .

ولقد تفادى الكثير من العلماء والمهندسين الإشتغال بالسياسة ، بل نظروا إليها نظرة دنيا كما فشل السياسيون — من جهة أخرى — فى فهم كلاً من : مدى ترابط أعمال الحكومة مع العلم والتكنولوجيا ، وتلك الظروف الملائمة لنمو بعيد المدى للعلم والتكنولوجيا . لذلك لا مندوحة من ربط هذين العالمين بتنمية مجموعة جديدة من الأفراد . ولعل هذا الواجب على جانب كبير من الأهمية ، فالعقلية التكنولوجية الاقتصادية يجب أن تسود المجتمع لفترة طويلة من الزمن القادم .

ويرجى الكثير من التقدم لو أتيح للزعماء السياسيين الفهم الصحيح وتقدير مدى اعتماد خطط التنمية على القوى العاملة الماهرة وذات المستوى العالى ، لا سيما بالنسبة للمجموعة الهندسية .

٢ر١ — القوى العاملة الماهرة وذات المستوى العالى * :

ينبغى العمل على تحديد احتياجات التنمية الاقتصادية فى الحاضر والمستقبل ، من القوى العاملة المدربة ، وعلى ضوء من سياسات العمالة واتجاهات الأنشطة الاقتصادية

---

* انظر جدول (١) .

جدول رقم (١)

نسبة من نماذج مختارة من القوى العاملة
ذات المستوى العالى لقوة العمل

بيان الدول	العلماء والمهندسين
دول متقدمة :	
فرنسا	٠,٨
إيطاليا	٠,٩
المملكة المتحدة	١,٠
الولايات المتحدة	١,٧
كندا	١,٣
الاتحاد السوفييتى	١,٢
دول نامية (أوربا) :	
اليونان	٠,٤
أسبانيا	٠,٣
تركيا	٠,٢
يوغوسلافيا	٠,٥
دول نامية (أفريقيا) :	
ج . ع . م	٠,٣
غينيا	٠,٠٠٢
نيجيريا	٠,٠١
دول نامية (آسيا) :	
الهند	٠,٠٥
إيران	٠,١٦
الصين الوطنية	٠,١
تايلاند	٠,٠١
دول نامية (أمريكا اللاتينية) :	
الأرجنتين	٠,٢
البرازيل	٠,١

المصدر : منظمة غرب أوروبا الاقتصادية سنة ١٩٦٥ .

الرئيسية ، ثم يلى ذلك السعى إلى خلق وإيجاد المهارات والقدرات الخاصة للتنمية الاقتصادية ، حيث يتوقف تنفيذها بدرجة كبيرة على مدى توافر الأعداد والأنواع ، وفى الوقت المناسب ، لهؤلاء الأفراد المدربين ليشغلوا مراكزهم فى القطاع العام والخاص فى الصناعة والزراعة والخدمات ، بل إن ثروة الأمة تعتمد أساساً على المهارات الإنتاجية ومستويات تعليم أفرادها .

ونظراً للنقص المعروف فى جميع الموارد ، يتعين النزام أفضل استخدام للأفراد الموجودين والتسهيلات المتاحة ، مع العمل على زيادة إنتاجهم بما يرتبط ويتمشى مع المهارات المطلوبة للتنمية ، ومن المتفق عليه أن القوى العاملة الماهرة وذات المستوى العالى تتزايد فى أية دولة بعدة طرق :

(أ) استيرادها من الخارج بمختلف الوسائل ، مثل المعونة الفنية والشركات الأجنبية ، واستقدام الخبراء والهجرة ، وغيرها .

(ب) تنميتها أثناء عمالتها عن طريق التدريب داخل العمل وببرامج التدريب داخل الخدمة ، وببرامج تنمية الإدارة ، وبالفصول التعليمية بعض الوقت للكبار ، وبغيرها من الوسائل العديدة . كما تنمى أيضاً أثناء عمالتها عن طريق بعض الإجراءات لتحسين نظام العمل وخلق الحوافز المناسبة والعاملة الحسنة والقدوة الطيبة فى إدارة الأفراد .

(ج) تنميتها عن طريق تدريب وتعليم الأجيال الصاعدة من القوى العاملة عن طريق التعليم المباشر فى المدارس ومراكز التدريب الفنى والمهنى والكليات والجامعات .

وتعتبر كفاءة استخدام القوى العاملة الماهرة وذات المستوى العالى فى نفس أهمية معدل تزايدها ، وفى الدول حديثة النمو قد تستخدم القوى العاملة الماهرة ذات المستوى العالى استخداماً ضعيفاً ، لإختلال التوازن بين المهارات والإحتياجات . فقد يوجد كثرة من المحامين وقلة من

المهندسين واللاحظين الفنيين . وفى دول كثيرة قد تقل الحاجة إلى المهندسين ذوى التدريب العالى إذا ما توافر العدد الكافى من الفنيين والعمال المهرة . وفى معظم الدول النامية حديثاً يعمل الأفراد المدربون تدريباً عالياً فى وظائف أدنى من مهاراتهم ، وذلك لمجرد وجود عجز خطير فى الأفراد ذوى المهارة الأقل مباشرة . وكما هو الحال فى الاعتمادات المالية ، يعتبر الاستخدام أو الاستثمار السليم للقوى العاملة الماهرة وذات المستوى العالى فى نفس أهمية معدل تزايدها ، وفى هذا المجال تعتبر قيم الحوافز التى يخلقها التعليم وأنواع الأفراد المتخرجين والطريقة التى يتم بها توزيعهم على أوجه النشاط الاستراتيجية ذات أهمية بالغة .

ويجب ألا يغيب عن البال أن نجاح أى فرد من أى من هذه الطوائف يصح أن يخدم التنمية والدولة خدمة عظمى ، بصرف النظر عن مكانه فى سلم المهارة . لذلك فالأمر يقتضى العناية الشاملة بجميع المستويات ، كما يعقد الأمل فى تماسك حلقاتهم ، واكتشاف النبوغ فيهم أينما كان .

٣,١ — المهندسون :

تعتمد قوة وفاعلية خطط التنمية كثيراً على مستوى أفراد المجموعة الهندسية ومدى توافرهم للاسهام فيها ، لذلك يجب أن تبذل أقصى الجهود الممكنة لتوفير مستوى عال فى قدرات المهندسين وباقى أفراد المجموعة الهندسية ، مع توفير الأعداد والتخصصات اللازمة منهم . ويعتبر الأمر ضرورياً خاصة بالنسبة للمهندسين ، لأن المسئوليات التى ألقيت عليهم فى الدول النامية ، والأعباء التى حملوها تزيد بكثير عما أسند إليهم فى السنوات الماضية .

ويعتبر تنميـــة الأعداد المناسبة من المهندسين وأفراد المجموعة الهندسية كما هو الشأن بالنسبة لرجال الإدارة والبحث العلمى مشكلة أساسية عند تطبيق العلم والتكنولوجيا فى المناطق النامية . لذلك ينظر إلى إستراتيجية تنمية القوى العاملة فى نفس أهمية أى جانب آخر من جوانب السياسة الخاصة بالعلوم والتكنولوجيا فى المناطق النامية .

وهناك مجال متسع لإنتاج المزيد من المهندسين فى الدول النامية فى محاولة اللحاق بالدول الصناعية ، والإقلال من الهوة المتسعة بينهما . فبينما كان معدل التخرج السنوى فى المملكة المتحدة عام ١٩٥٧ ، ٧٠ مهندساً لكل مليون من السكان ، كان هذا الرقم ١٧٠ مهندساً فى الولايات المتحدة ولم يتجاوز فى الجمهورية العربية المتحدة ٣٠ مهندساً فقط*.

كما يعتبر النقص فى المهندسين فى الحقيقة نقصاً فى العمال الماهرين والفنيين اللازمين لمساندة المهندسين نظراً لتداخل أعمالهم وترابطها فى حلقات متماسكة .

٤,١ — التطور الصناعى والحاجة إلى المهندسين :

تؤثر العوامل التالية فى زيادة عدد الوظائف اللازمة للمهندسين والفنيين والإخصائيين :

(أ) زيادة الطاقة الإنتاجية فى المنشآت الصناعية سواء بالتوسع فى ورش الإنتاج القائمة وإنشاء وتشغيل ورش أو أقسام جديدة .

(ب) استخدام معدات وطرق تكنولوجية جديدة فى الإنتاج .

(ج) التوسع فى أعمال البحث العلمى ومكاتب التصميم .

(د) زيادة عدد ورديات العمل الإضافى .

(هـ) تعقد تصميم المنتج نتيجة للتغير الأساسى فى نوعه وشكله .

---

* انظر الجدول (٢) .

جدول رقم (٢)

التعليم الهندسى والصناعى العالى

من عام ١٩٦٠ إلى ١٩٦٥

الكليات والمعاهد		العدد	عدد الطلبة	عدد أعضاء هيئة التدريس	نسبة هيئة التدريس إلى الطلبة
١٩٦١/٦٠	كليات هندسة	٣	١١٣٠٦		
	معاهد صناعية	٤	٦٧٥	٧٧	١ : ٩
١٩٦٦/٦٥	كليات هندسة	٥	٢١٩٠٢	٣٤١	١ : ٥٠
	معاهد صناعية	١١	٦٧١٩	١٤٣	١ : ٤٧

المصدر :

(ا) وزارة التعليم العالى — إدارة شئون التخطيط والمتابعة .

(ب) المجلس الأعلى للجامعات — مشروع الخطة الخمسية الثانية ٦٥/٦٦ — ٦٩/١٩٧٠ .

(ج) الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء — إحصائيات تطور خريجى الجامعات حتى سنة ١٩٦٥ .

كما تسبب العوامل الآتية فى خفض العدد المطلوب من المهندسين والفنيين والإخصائيين ، مما ينبغى مراعاتها :

(ا) التوسع فى التخصص النوعى للمنشآت الصناعية ودمجها وتكاملها .

(ب) رفع مستويات المهارة والتأهيل وتغيير قوة العمل نتيجة ازدياد دخول العمال الحاصلين على مستويات ثقافية أعلى .

(ج) تقوية المركزية فى إدارة الإنتاج وإدماج الورش الصغيرة والأقسام الزائدة عن الحاجة واتخاذ الإجراءات التنظيمية الأخرى المحققة لهذه المركزية .

(ى) استخدام الميكنة فى العمالة الإدارية ، كالمراقبة الإدارية والحواسب الإلكترونية .

٢ — إعداد المهندسين :

٢,١ — الخبرة العملية :

هناك نقداً عاماً يوجه فى الكثير من الدول النامية ، حيث يذكر أن المهندسين المبتدئين تتوافر لديهم معلومات نظرية كثيرة جداً ، بينما تنقصهم الخبرة العملية التى تمكنهم من تطبيق هذه المعلومات فى الحياة العملية . وغالباً ما يثار هذا النقد من الإدارة وأصحاب الأعمال رغم ما يجب أن يتحملوا من مسئولية فى هذا السبيل .

وليس المقصود أن ينافس المهندس أو الفنى العامل ذا الخبرة فى مجال مهارته الخاصة ، ولـكن يجب على كل منهما أن يكون ملماً باستعمال العدد وتشغيل الآلات ، وأن يكون قد أمضى بعض الوقت فى ورش الصيانة وأقسام الإنتاج ، وفى مصنع ما أو بمواقع الإنشاءات .

لذلك ينبغى الاهتمام بهذه المشكلة متعددة الأطراف التى تنشأ فى الدول النامية من وجود فجوة بين الاحتياجات الفعلية للصناعة من المعارف والمهارات وبين توفير مثل هذه المهارات التى يمكن أن يكتسبها المهندسون فى نظام تعليمهم القائم ، وهى لذلك تتمثل أساساً فى مشكلة تخطى هـذه الفجوة الموجودة بين المعارف الأساسية المكتسبة فى الجامعة وبين تطبيقها فى الخبرة الصناعية .

وفيما يلى العوامل المؤثرة على ذلك :

٢ر١١ — يعتبر من أول العوامل التى تؤثر على المستوى العملى للمهندس الحديث هو مدى التعليم التكنولوجى العملى الذى حصل عليه خلال مدة بقائه فى الجامعة ، وهناك إدراك يتزايد فى كثير من الدول نحو أهمية ربط التدريب النظرى بالعملى خلال سنوات ما قبل التخرج ، بل قـد أصبحت التجربة الصناعية فى المدارس الهندسية المتقدمة جزءاً مكملا المنهج مع التعليم النظرى وتهدف هـذه الممارسة العملية إلى تعريف الطالب بظروف العمل وجو المنشآت الصناعيـة ومحيطها وإتاحة الفرصة له لملاحظة تطبيق النظريات الهندسية عملياً . والمقترح لعلاج هذه المشكلة فى الدول النامية فى هذه المرحلة من التعليم ما يلى :

٢ر١١١ — بالنسبة للطالب :

يجب زيادة الإهتمام باختيار الطالب ومحاولة توجيهه من المرحلة الثانوية ، ولا يكون الأساس فى قبوله للتعليم الهندسى قدراته فى الدراسات النظرية فقط ، بل يجب أن يوجه من حداثة سنه إلى الإقبال والإهتمام بالنواحى العملية ، بل يجب أن يفضل من مارس الناحية العملية فى الصناعة قبل إلتحاقه بالجامعة ، لـكى يكون على بينة من أمره والظروف والمتطلبات الهندسية . ولن تضيع الفائدة من المدة السابقة للجامعة ، لا سيما إذا صاحبها دراسة تكميلية بطريقة منظمة فى العلوم والرياضيات ، كما ينبغى إفساح المجال لتقـدم العمال المهرة والفنيين ذوى الاستعداد الفكرى لمواصلة تعليمهم الهندسى .

٢ر١١٢ — بالنسبة لهيئات التدريس :

لـكى يتسنى معاونة هيئات التدريس بكليات الهندسة للابقاء على الصلة المستمرة فيما تحقق من تقدم فى المجال التطبيقى الهندسى ، يجب تهيئة الخبرة الميدانية اللازمة داخل المشروعات الصناعيـة والمشروعات الهندسية ، وبذلك تزداد معارفهم صقلا بهذه التجربة الإضافية . وهى تنعكس بالتالى على مستوى تعليمهم فى الفصول والمعامل ، كما أن هـذا الاقتراح يعد صالحاً كذلك من الزاوية الأخرى أى فى الاستفادة من المهندسين ذوى الخبرة فى الصناعة فى النشاط التعليمى وفى تطوير البرامج .

ويتحقق فى هـذه الصلة المتبادلة نفع مشترك للصناعة والتعليم الهندسى ينعكس فى النهاية على الطالب بضمان ارتباط النواحى النظرية بالنواحى العملية .

ولقد أرشدت خبرة الدول الصناعية المتقدمة عن طريقين أمكن بواسطتهما تكوين جهاز نام قوى من الرجال فى هيئات التدريس تتوافر فيهم خبرة واسعة وعميقة .

أولهما : الاعتماد المتزايد على الخدمات الإستشارية لأفراد الجامعة .

وثانيهما : الإقدام بقوة على تنفيذ أبحاث علمية تكنولوجية فى الجامعات .

٢,١١٣ — بالنسبة للصناعة :

لا يرجى من التدريب العملى فى ظروفه الفعلية ما لم تفتح أبواب التسهيلات على مصراعيها للطلبة فى الصناعة والمشروعات .

ويجب أن تدرك الصناعة أهميتها وأن تتقدم وتلتقى بالطلبة وتتلقاهم وتدربهم ، وبالتالى تحصل على العمل منهم ويجب أن تدفع للطلبة بعض الأجور خلال فترة عملهم بالمصنع بحيث تكون كافية لتغطية احتياجاتهم المعيشية خلال وجودهم فى المنشآت . وهذا سيحقق اكتمال الخطة بإقبال الطلبة عليها ، وحثهم على العمل فيها . وستستفيد الصناعة كثيراً من هذه الخطط لأنها ستمكن رجال إداراتها من الاتصال بالطلبة المهندسين فى مراحل برامجهم المتعددة ، بما يزكى اهتمامهم بالصناعة ، ويمكن من اختيار الطلبة الذين يصلحون لهذه الصناعة .

وبينما يتعين على الجامعات أن تقدم أفضل تعليم وتدريب مما يدخل فى اختصاصهـــا ، يجب على الصناعة والمنشآت الأخرى أن تضطلع وتساند فى مسئولية التدريب العملى ، حيث لا يمكن أن يتم ذلك بشكل منظم إلا تحت رعايتها .

وفيما يلى الأوجه المقترحة لتحقيق تعاون الصناعة والجامعة فى هذا المجال :

١ — لما كانت الصناعة تمضى بخطوات أوسع وأسرع من تلك التى يخطو بها المجـال التعليمى ، لذلك يتعين عليها الإسهام بالأجهزة والمعدات اللازمة للكليات الهندسية لاستكمال القاعدة المادية التى تمكن من تقديم تدريب أفضل .

٢ — كما يجب أن يمارس التدريب الإنتاجى للطلبة تحت إشراف مهندس من المصنع ومهندس من هيئة التدريس من الكلية المعنية ، ولا يصح أن يقتصر دور الطلبة على المشاهدة ، بل يجب أن يتاح لهم القيام بدور فعال . ويمكن للطلبة الاشتراك فى مكاتب التصميم فى المصانع الكبرى لتصميم بعض الأجزاء أو إعداد الخطط التكنولوجية اللازمة لإنتاجها ، على أن توضع هـذه التصميمات والوثائق الفنية موضع التنفيذ فى الإنتاج .

٣ — يجب أن تتغير أبحاث المشروعات وتتجه نحو حل المشاكل العملية ، لا الإغراق فى النواحى النظرية ، ويمكن أن يحدث هذا التغيير سلسلة متصلة من التطورات فى التعليم كفيلة فى الإسراع باحداث ثورة فى هذا المجال .

٢,١٢ — ويعتبر التدريب داخل العمل بعد التخرج أحد الطرق التى تساعد المهندسين حديثى التخرج لعبور هذه الفجوة القائمة بين المدرسة والحياة . ولقد أصبح من الواضح بصورة جلية فى كثير من المنشآت الصناعية فى الدول النامية أن حل هذه المشكلة المعقدة ينبغى ألا يترك للصدفة ، وبعبارة أخرى لا يكفى إلحاق المتخرج كناشىء مع الأفراد الفنيين على أمل أن يكتسب بالصدفة الخبرة المطلوبة فى فترة معقولة من الوقت .

إذ يتعين تخطيط فترة التنشئة الصناعية بعد التخرج — ومدتها حوالى سنتين — لكى يدفع الجانب الإنتاجى إلى الإيحاء للمهندسين الناشئين بما يشتمل عليه هـذا العمل من تقدم وإثارة ومجال للبحث .

ويتعين التركيز على برامج التدريب داخل العمل — فى صورة عقد — لتنمية القدرات ، أى اكتساب المهارات وممارسة اتخاذ القرارات فى أمور واقعية أكثر من إضافة معارف فنية أخرى ، وتدعو الحاجة الملحة إلى إيجاد توجيه منظم ودقيق للخريجين عند تطبيقهم المبادىء الأساسية التى تعلموها فى الجامعة فى المشاكل العملية الكثيرة التى تنشأ يومياً فى المصنع .

كما يمكن الاستفادة من جانب الصناعة من هذه البرامج لاختيار أصلح المهندسين للوظائف المعروضة .

٢،٢ — البرامج التعليمية ونظم الامتحانات :

٢،٢١ — البرامج :

ينبغي أن تتجه الدراسات الفنية الأساسية في مرحلة ما قبل التخرج إلى الإتساع قدر الإمكان ، وذلك فيما يتعلق بمجال الدراسة كي يتخرج الأفراد وقد اكتسبوا المرونة الكافية والتكيف الضروري لمقابلة التغييرات في التكنولوجيا والعلم . وقد يقتضي ذلك أن تستمر الدراسة قدر الإمكان على أساس مشترك حسب الحالة ، يلي ذلك انفصال في السنوات التالية في أقسام عامة تسمح بالتخصص المبكر ، بحيث يؤجل التخصص الدقيق داخل هذه الأقسام إلى الدراسات التكميلية فيما بعد التخرج .

وأن تستبعد المواد التي تخرج عن مجال التخصص ويتعمق في دراسة المواد التي تتصل اتصالا مباشراً بالتخصص ، كما يقتضي الأمر إعادة النظر في المناهج والبرامج على ضوء التطور المستمر في برامج التنمية والتغير العالمي في التكنولوجيا والعلوم .

٢،٢٢ — نظم الامتحانات :

تدعو الحاجة إلى تغيير طريقة الإمتحان التي تركز على إجابة الطالب في الاختبار النهائي بنظام آخر يفضله عملياً ، ويعتمد على كشف مدى تحصيل الطالب طوال دراسته التخصصية ، بدلا من الإكتفاء على ذاكرته في استعادة المذكرات والقوانين . لذلك يتعين تقدير الطالب خلال فتراته الدراسية ومن خلال تعلمه ، أسوة بالنظام الذي يقتصر تطبيقه على أعمال الورش والمعامل ، بامتداده للتعرف على التقدم اليومي في الناحية النظرية .

ولا شك أن تنفيذ هذا الاقتراح يتطلب زيادة في هيئة التدريس ، ولكن التقدم الذي سيحدث في المستويات يتطلب هذه الزيادة ويعوضها .

٢،٣ — التدريب الإضافي للمهندسين :

ويعتبر إعادة التدريب المستمر والتدريب الإضافي أمراً ضرورياً بعد التخرج خلال الحياة الوظيفية للمتخرج . ويتطلب ذلك زيادة الاهتمام والإشراف والتوجيه بالنسبة للمهندس المبتدىء ، وليس فقط أثناء فترة تدريبه ، بل لمدة سنوات تلحق ذلك . ولا ينبغي إتاحة فرص أكثر لدراسات متقدمة في المجالات المتعلقة بعمل المهندس المبتدىء فحسب ، بل تمتد هذه الدراسات للمجالات التي تجعل منه شخصاً ناضجاً متشوقاً للاسهام في الأنشطة الثقافية والاجتماعية ، وتكنولوجي ماهر أيضاً يقبل على التعاون في أنشطة الجمعيات المهنية . ولقد أظهرت الخبرة في بلاد كثيرة متقدمة ، أنه بناء وعلى ضوء التغييرات السريعة الجارية في العلوم والتكنولوجيا أن سرعان ما تصبح المعلومات التي يكتسبها المهندس في فترة دراسته الجامعية غير ذات موضوع إذا لم تجدد وتتطور وتستكمل بصفة منتظمة ، وبناء على ذلك يصبح من الضروري إنشاء نظام محكم لدراسات تعقد بعد المرحلة الجامعية يلتحق بها كل خريج جامعي بصفة دورية (مرة كل خمس سنوات مثلا) لاستكمال معلوماته طبقاً لأحدث التطورات في العلوم والتكنولوجيا .

وتثير الدراسات التكميلية للمهندسين الآن اهتماماً كبيراً في المجتمع الفني ، لأن المهندسين يعملون في أنشطة مهنية متباعدة ومتعددة في البحث والتطوير سواء في الإنتاج أو الإدارة أو المبيعات ، حتى أنه ليصعب تحديد البرامج المناسبة الكفيلة بمقابلة احتياجات معظم العاملين في هذه الأنشطة ، لذلك فإن الصناعة والقطاعات الاقتصادية لا تعينها دقة تحديد البرامج بقدر ما يساعدها تحقيق التناسق في قوتها العاملة

الفنية واللحاق بعالم اليوم السريع التغير الدائم التطور من الوجهة الفنية . ولما كانت الدراسات التكميلية تعاون فى ذلك فينبغى أن تسعى الدول الآخذة بالتصنيع — كما هو الحال فى الدول المتقدمة — إلى هذا الاتجاه .

وقد كان من الأفضل للمهندسين مواصلة دراساتهم فى صورة أو أخرى ، أما الآن فقد أصبح ذلك ضرورة حاكمة تتأثر بالمعدل الكبير للتحول التكنولوجى والعوامل الاقتصادية الناجمة عن هذا التحول ، ويعد هذا الوضع لازماً فى كل من الدول المتقدمة وتلك الآخذة بالتصنيع ، حيث يتفقان فى سرعة التحول التكنولوجى الناجمة عن التنافس العالمى فى العلم والتكنولوجيا أو معدلات التنمية السريعة .

وتوضح الرسوم البيانية شكل ١ ، ٢ ، ٣ هذه الأوضاع ، فتبين أحدها التقدم التكنولوجى وتبين الأخرى مدى تفاوت المعارف الهندسية مع مجاله التكنولوجى من عام ١٩٠٠ إلى عام ١٩٦٥ ، وتوضح الثالثة مدى إسهام المدرسة الثانوية والكلية والخبرة والدراسة التكميلية فى قدرات الفرد .

وقد لا يهم كثيراً مدى دقة هذه المنحنيات بالنسبة لما توحى به من اتجاهات ، حيث توضح أنه نتيجة لمعدل التقدم التكنولوجى فان المهندس الذى لا يسعى إلى تجديد معارفه وتطويرها يصبح غير مؤهل لوقته بمعدل أسرع الآن عنه فيما مضى ، ولذلك أصبحت الحاجة إن مواصلة الدراسة للمهندسين أشد أهمية وأكثر إلحاحاً الآن عما كانت عليه من قبل .

ولما كان الفرد يمضى فى حياة العمل ضعف الوقت الذى يمضيه فى حياة التعلم لذلك يصبح من المناسب توزيع هذه المسئولية على ما يلى :

(أ) مسئولية الدولة : تجاه الأجيال الحاضرة والمقبلة بالتخطيط الشامل على المدى الطويل لتنمية مواردها البشرية .

(ب) مسئولية الجامعات : بالإسهام فى تدريب الخرجين وتطويع أساليب الدراسة لزيادة مرونتها وفاعليتها .

(ج) مسئولية الأنشطة الاقتصادية فى استثمار قواها العاملة ، وحثها على مواجهة تحديات المنافسة ومطالب التقدم والتطور .

(د) مسئولية الهيئات العلمية : فى توجيه الجماعة إلى الأهداف ، والمشاركة فى تحقيقها .

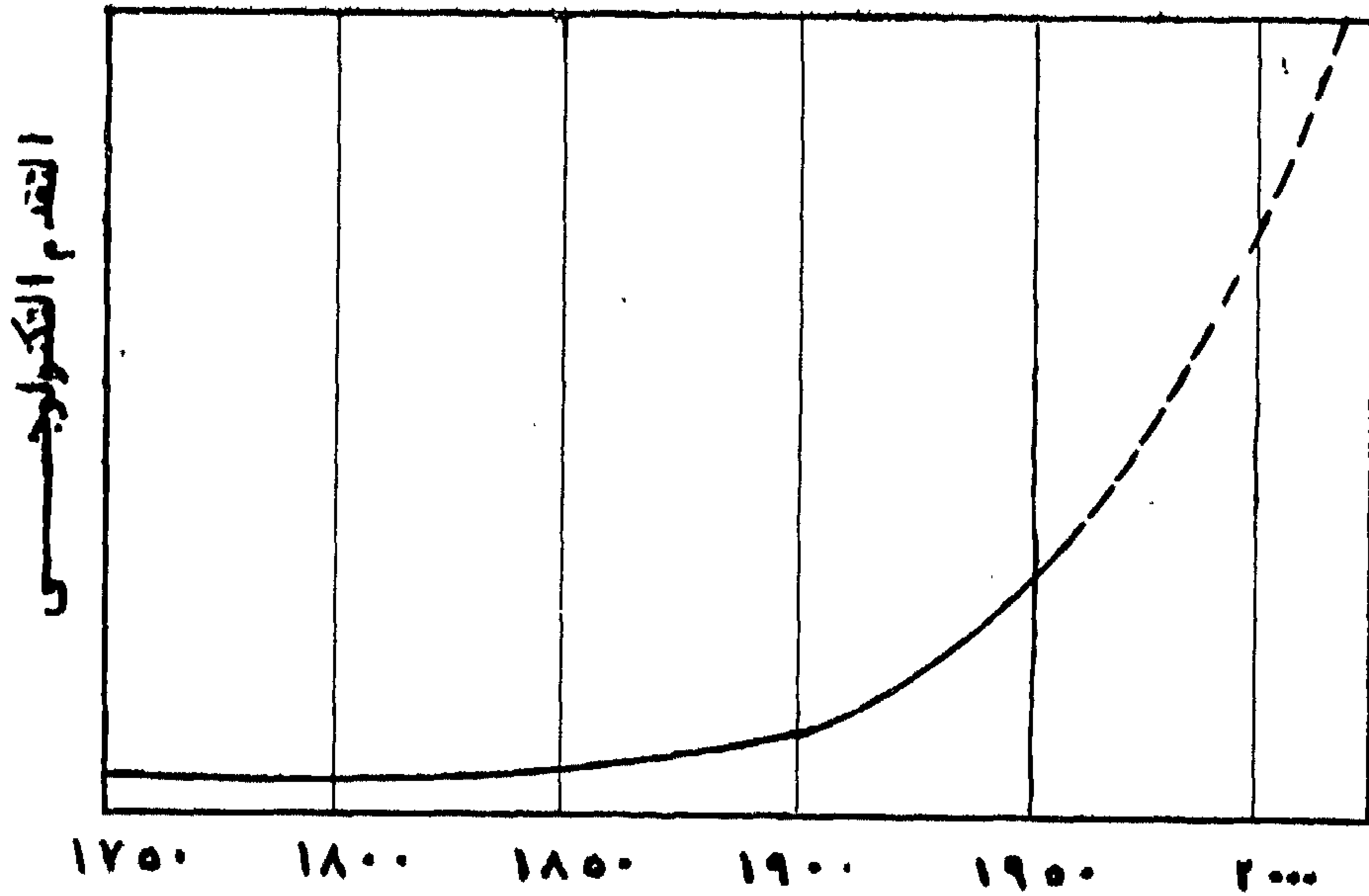
(هـ) مسئولية الفرد : نحو زيادة رأس ماله من المهارة والمعرفة ، كما يزكى عن علمه وخبرته أسوة بزكاة ماله وثروته .

٢,٤ — من ناحية البحث العلمى :

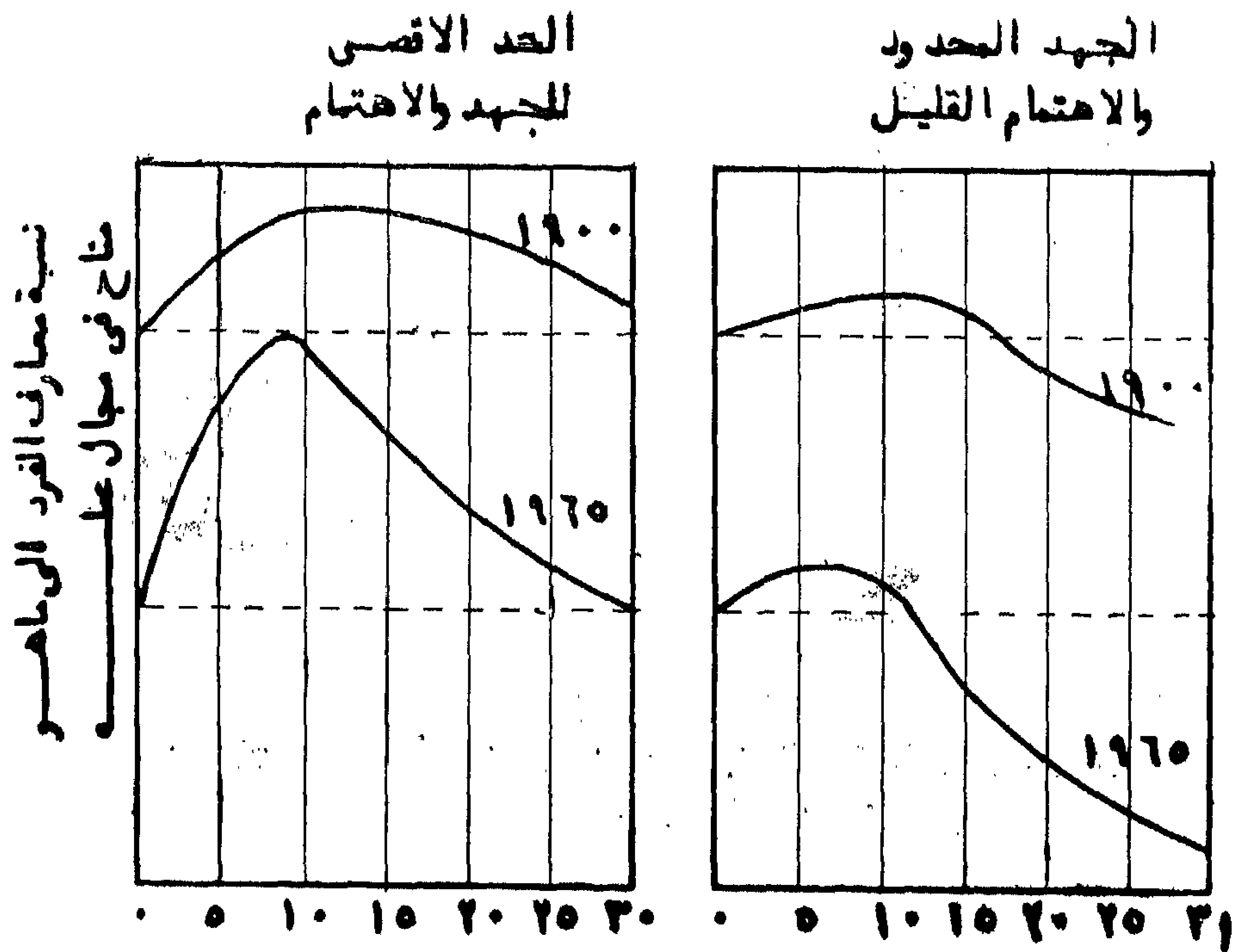
ونظراً لأن الفئة الرئيسية اللازمة لأعمال البحث — وهى أقل الفئات عدداً — تتكون من أفراد حاصلين على درجات عليا ، يستمر تدريبهم بعد تخرجهم من الجامعة سنتين أو ثلاث سنوات على الأقل وأربع أو خمس سنوات على الأكثر . ويبلغ الطول الإجمالى للفترة التى يقضونها فى التدريب عادة من ١٢ إلى ١٥ سنة ، وتبدأ هذه الفترة بعد انتهائهم من مرحلة التعليم الإلزامى . وهذا يكشف عن مدى ما يصح إعداده مبكراً لمزيد من البحاثة .

ويقتضى ذلك الإهتمام المبكر فى المدرسة العامة بتحويل الإهتمام من الآداب إلى العلوم واكتشاف التفوق بين الطلبة فى جميع مراحل التعليم ، وربط دراسة العلوم بالتكنولوجيا تهيئة لأذهان الشباب نحو المستقبل .

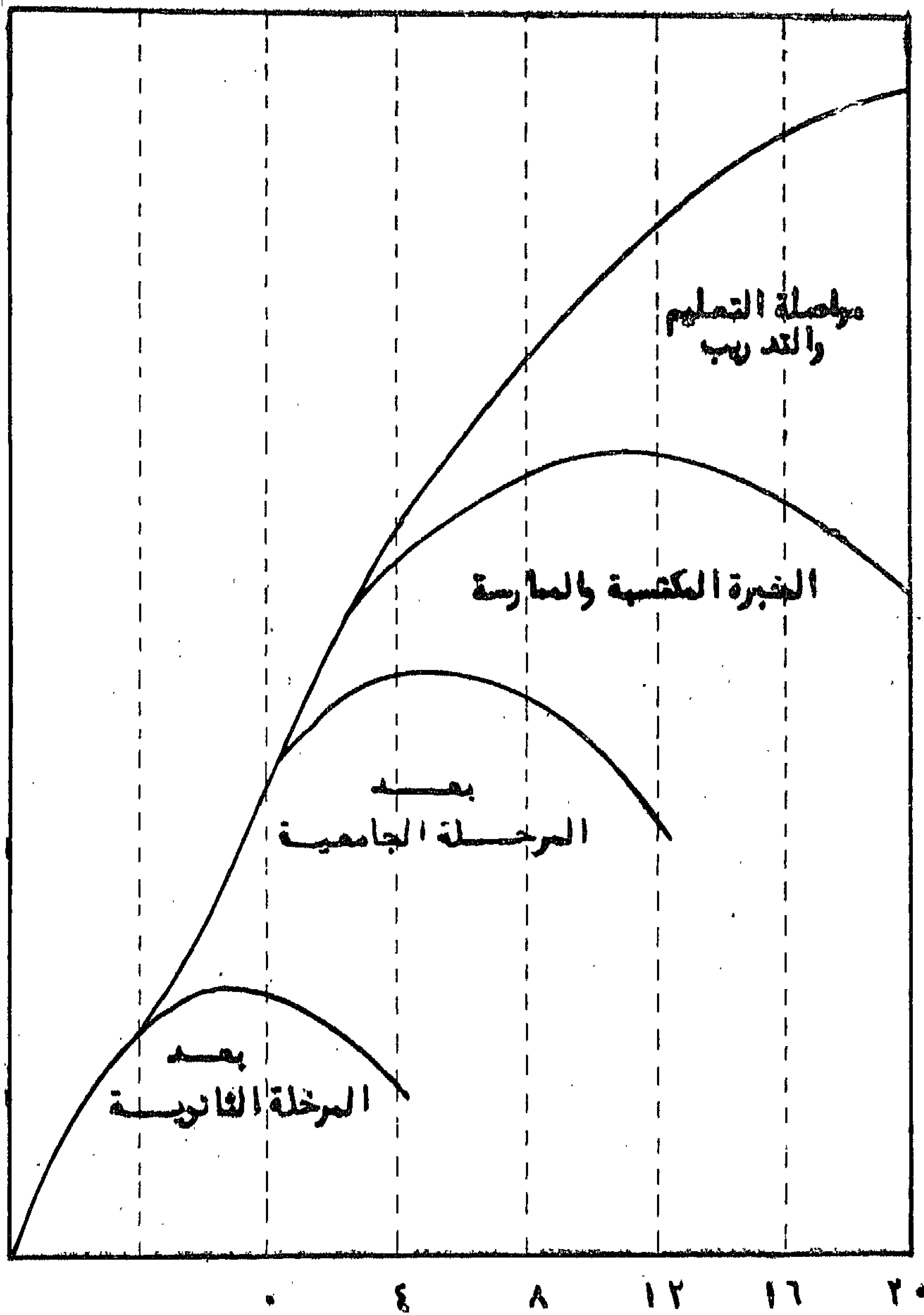
والتكنولوجيا أوسع مدلولا من العلم ، فهى مزيج من مبادىء العلوم والأساليب الفنية المرتبطة بتطبيقاتها ، والاعتبارات الاقتصادية التى تؤثر فيها ، التى غالباً ما تقرر صلاحية مشروعات معينة ، كما هى فى تنظيم الموارد البشرية واتخاذ قرار فى المشاكل الإنسانية المتعلقه بها .



شكل رقم (١) — بيانى توضيحى للتقدم التكنولوچى ابتداء من سنة ١٧٥٠ حتى سنة ٢٠٠٠



شكل (٢) — بيانى توضيحى لمدى تفاوت المعارف الهندسية مع مجاله التكنولوچى من عام ١٩٠٠ إلى عام ١٩٦٥



شكل (٣) — بيانى توضيحى عن مدى إسهام المدرسة الثانوية والكلية الجامعية
والدراسة التكميلية فى قدرات الفرد

ولم يعد البحث مجرد نشاط فردى لا يرتبط ارتباطاً وثيقاً بأهداف الخطة الاقتصادية والاجتماعية ويجب على الدول النامية أن تسلم بالدور المتزايد للأفراد العلميين فى إجمالى القوة العاملة المنتجة ، لأن فى ذلك طريق الإستفادة بإنتاجية العمل وهو المنصبر ذو الأهمية البالغة . وينبغى أن يكون ذلك متصلا بالعمليات وفعلا فى الكثير من الاتجاهات المترابطة التكنولوجيات الحديثة ، تطوير المعدات ، وأخيراً وليس آخراً التدريب التكنولوجى الجيد لجميع فئات القوى العاملة .

على أنه ينبغى بذل عناية كبيرة — خشية سوء التقدير — من أن الفاعلية العالية للأبحاث فى المجال التكنولوجى يجب أن تندمج كلياً وتتصل بالنشاط الإنتاجى كله ، وأنها تتطلب من المشتغل بالبحث خبرات لا يرجى من اكتسابها بمعزل عن الوسط الذى يمارس فيه هذا النشاط ، وأن مجال استخدام الطاقات المتحرية العميقة والقدرات العالية ليس قاصراً فى التكنولوجيا على مجرد ميدان البحث فقط ، كما لا يسع الدول النامية الإبقاء على الأبراج العاجية فى الجامعة ، بل يجب أن تلتزم جميع الوحدات التدريبية التزاماً كاملا بالاقتصاد القومى كل حسب مجال تخصصه .

ويقاس العدد المثالى للأفراد اللازمين للبحث والتطوير بنسبتهم إلى كل ١٠٠ من العاملين فى الصناعة (معامل المجال النسبى للعلوم) . وتبلغ قيمة هذا العامل فى بريطانيا عام ١٩٦٠ « ٣ » (أى ٣ من العاملين فى البحث والتطوير فى كل ١٠٠ من العاملين فى الصناعة) وفى تشيكوسلوفاكيا « ٣٫٧ » وفى الولايات المتحدة الأمريكية « ٥٫١ » وفى الاتحاد السوفيتى « ٧٫٩ » وهى فى الجمهورية العربية المتحدة نصف فرد فقط ويجرى العمل على زيادتها .

تضم كل دولة جزء صغير من السكان الذين يصلحون بالفطرة كعلماء ، ويجب أن يوجهوا التوجيه السليم لذلك ، ومالم تتوافر لهم المهرات والعمل الجماعى والمعدات اللازمة فى بلدهم ، فلن تتاح الفرصة لزيادتهم ، بل وقد يتم انتقالهم ونزوحهم لبلاد أخرى . ولكى يمنع هجرة هذه الأعداد المحدودة من القوى العاملة ذات المستوى العالى ، بل ولينبى المزيد منهم يجب أن تواجه مطالبهم للتدريب وتهيأ لهم كافة تسهيلات البحث .

وعلى أية حال فإن هذا المجال ، كغيره من المجالات التى تتصف بالتحدى ، كتنمية الموارد البشرية والصناعات الإنتاجية الثقيلة ، يجب أن يجد تعاوناً مخلصاً وجاداً بين الدول النامية المهتمة .

٥٫٢ — من الناحية الإدارية :

تتطلب التنمية إجراء التغيير ، فى الإتجاه المرغوب فيه والمطلوب منه إلى الأفراد ذوى القدرة الإبتكارية ، والأفراد القادرين على تطبيق الآراء الحديثة فى عمليات الإنتاج والإدارة . ولما كانت الدول النامية تعانى نقصاً دائماً فى الأفراد القادرين على تأدية هذه المهام ، لذلك بات من الضرورى إيجاد الوسائل التى تمكن من الاستفادة بالموجودين والتوسع فى استكشاف غيرهم كما يجب أن يمتد التفكير إلى تحقيق الاستفادة المباشرة من مقدرة رجال الجامعات فى حل مشاكل التنمية ليعيشوا فى مشكلات دولتهم الحقيقية وينفعلوا معها وبها .

وقد أبدت كل الدول تقريباً فى السنوات الأخيرة اهتماماً كبيراً نحو حاجتها لزيادة عدد المتخرجين سنوياً من هؤلاء الأفراد ذوى التأهيل العالى — لا سيما من المهندسين والمهندسين الاقتصاديين — لتدعيم القدرة على الاستفادة بما توصلت إليه الدول الأخرى فى المجالين العلمى والتكنولوجى من جهة ، علاوة على ممارسة الابتكار ووضع أولويات ذات صلة مباشرة بمواردها واقتصادها .

---

* يبلغ نسبة عدد المهندسين لرجال الادارة فى الـ ج ـ ع ـ م ٣٦ ٪ وهى فى الولايات المتحدة ٣٨ ٪ وكانت عام ١٩٠٠ ٧ ٪ .

وقـد ثبت أن عملية التصنيع السريع لأية دولة لاتنجح إلا إذا توافر لهـا العدد الـكافى من المديرين الصالحين لإدارة هذا التصنيع . كما دلت تجارب الحياة على أن الإدارة الفعالة كثيراً ما يستقيم معها المشروع الضعيف ، كما يفقد أقوى المشروعات فرصته للنجاح إذا لم تتوافر له الإدارة المناسبة. ولما كان هذا المبدأ صحيحاً فى معظم الدول الصناعية ، فهو صحيح كذلك بالنسبة للدول النامية التى يقتضى فيها التغلب على العوائق التى تعترض التصنيع وجود الإدارة الممتازة ، حيث يواجه عادة مدير المصنع فى دولة ناميـة مسئولية أصعب مما يواجه مثيله فى دولة متقدمة .

وتعتبر النظرة الشاملة لبرنامج متكامل لتنمية الإدارة وتدريب المشرفين أمراً جوهرياً لأهمية التماسك والفاعلية ، وتتأثر عندما يقتصر التدريب على مستويات وتخصصات معينة ، كما تعتبر ضرورية لأن الأفراد الجـدد فى المجتمع الصناعى فى حاجة إلى تسهيلات تدريبية لتمـكنهم من شق طريقهم إلى المناصب العليا . فمثلا طالب الهندسة — بصفة خاصة — والذى يحتاج إلى قاعدة قوية فى مجال هندسى ينبغى أن يتعلم القسط المناسب من الاقتصاديات وعلم النفس والتحليل الرياضى والمجموعة المتداخلة فى مجال الأعمال — المـال والتسويق والإنتاج — قبل أن يترك الـكلية أو الجامعة .

كما يجب أن يصمم تدريس هذا البرنامج المتصل بالإدارة لـكى يجتذب انتباه الطالب ، ويظهر له بوضوح المبادىء التى تتضمنها الإدارة . ويحتاج هذا المهندس الحديث عندما يلتحق فى مجال الإنتاج إلى دراسات فى مثل هذه الموضوعات ، كتخطيط الإنتاج ودراسة العمل ، ليتمكن من أن يصبح متخصصاً قبل أن يصبح مديراً . فإذا ماكان كفأ وتلقى تدريباً إدارياً واكتسب خبرة ، فإنه سيكون قادراً على تولى مسئوليات الإدارة ، حيث يعمل أولا فى إدارة الإنتاج ثم فى الإدارة العامة بعد ذلك .

ولا ينبغى أن تستبعد أنواع التدريب المقترحة فى الخطة الشاملة إمكانية الحصول على تدريب وتعليم فنى إضافى أو أحدهما متى كان ذلك ضرورياً .

٣ — بعض المطالب الأساسية لنجاح التعليم الهندسى فى الدول النامية :

٣ر١ — الفنيون :

يشغل الفنيون مركزاً وسطاً فى درجات الترتيب الصناعى بين العمال المهرة والمهندسين ويمثل الفنيون الفئة الوسطى من أفراد المجموعة الهندسية ، وهذا المركز هو الذى يمكن أن يصل إليه العامل الماهر بعد مرانه عدة سنوات فى خبرة عملية وحصوله على تدريب إضافى ، كما يمكن أن يعد الفنى بالمستوى المناسب منذ بداية عهده ، على أن يستكمل خبرته العملية بعد التحاقه بالعمل .

ولم يظهر حتى الآن فى عديد من الدول المتقدمة — لا سيما الدول الغربية — نظراً لتعدد المستويات الفنية الجارى تطبيقها فى معظم هذه الدول مما يشير إلى ضرورة قيامها بتنسيق القواعد المنظمة لتدريب الفنيين حيث تعتبر حدثاً جديداً . ولقد زادت الحاجة إلى تدريب الفنيين بسبب كثرة الطلب على المهندسين مع المطالبة برفع مستواهم بينما لم يتزايد الطلب على العمال المهرة بهذه السرعة ، بل اتجه الأمر إلى تقصير مدد تدريبهم خلال ربع القرن الماضى ، مما أدى إلى اتساع الفجوة بين المهندس والعامل الماهر مما اقتضى ملئها بالفنى .

وعلى الدول النامية ألا تكرر أخطاء الدول المتقدمة فى هذا المجال ، بل على العكس يقتضى الأمر عند التوسع فى القوى العاملة المدربة زيادة التركيز على الفنيين الذين تزداد وظائفهم عدداً وأهمية ، بحيث يستطيع الفنى بعد فترة من التدريب المناسب أن يقوم بالـكثير من الأعمال التى يقوم بها حالياً المهندسين والتكنولوجيين المؤهلين .

ويلاحظ أن معظم من يشغل مركز الفنى فى الجيل الحالى وهم قلة إما أن يكون قد تقدم إليه من بين العمال المهرة أو ممن فشل فى محاولته للوصول إلى مؤهل فنى عالى ، ومن الواضح أن هذا الأسلوب يعجز عن مواجهة سرعة التعقيد الفنى فى المعدات الهندسية ومشاكل صناعتها واستخدامها ، ويقصر عن مقابلة مطالب التنمية الاقتصادية وتخصصاتها .

ولهذا فإن تركيز الاهتمام وتسخير المواد لعلاج العجز فى المستويات العالية دون وضع خطة شاملة مدروسة لعلاج العجز فى قوة العمل الوسطى — تلك القوة المخفضة — سيؤدى إلى أن كثيراً من المهندسين والتكنولوجيين الجدد سيجدون أنفسهم يقومون بأعمال الفنيين دون أن يعدوا لذلك سواء من الناحية الفنية أو النفسية .

وتبلغ نسبة المهندسين إلى الفنيين فى الاتحاد السوفيتى والولايات المتحدة بنسبة ١ : ٢ ، ١ : ١ ، بينما أولى للدولة النامية أن تأخذ بنسبة لا تقل عن ١ : ٣ فى إعداد خطة أفرادها الفنيين * .

ويعتبر زيادة عدد الفنيين والاعتماد عليهم من سمات الدول المتطورة اقتصادياً ، لأنها تقابل احتياجات الاقتصاد النامى وتواجهه . كما أنها أكثر ملاءمة من وجهة نظر تكاليف التدريب ، وذلك لأن تدريب الفنى الواحد أقل من تكاليف تعليم المهندس بحوالى النصف ، وذلك بسبب قصر مدة الدراسة من ناحية وانخفاض مرتبات أفراد هيئة التدريس نسبياً من ناحية أخرى ، كما يمكن هذا النوع من التدريب خارج قاعات المعاهد الفنية بالمراسلة وبالتدريب الإضافى للعمال المهرة داخل المصانع .

وهناك صلة وتبعية بين مشكلة العجز فى الفنيين وبين التقدير المادى والمركز الاجتماعى لهذه الفئة ، فهذه المشكلة لا تحل بإجراءات تتخذ داخل النظام التعليمى فقط ، ولكن يجب استكمال هذه الإجراءات بتوفير حوافز مادية وأدبية أفضل ، وبكفالة مركز اجتماعى أوضح يتناسب مع طبيعة دورهم وأهميته ودرجة المسئولية الملقاة عليهم وثقلها .

٣ر٢ — تنظيم التعليم الهندسى :

يصعب تحت ظل نظام الجامعة العامة والتى تضم كليات مختلفة التركيز الكافى على المطالب المتزايدة نحو التعليم الهندسى ، لذلك فإن نظام المعاهد الفنية العالية ، وهو النظام السائد فى أواسط أوربا والاتحاد السوفيتى ، والذى ازداد انتشاراً فى كل من المملكة المتحدة والولايات المتحدة ، قد يكون أكثر مناسبة للدول النامية .

ويمكن تحقيق وفر كبير بتجنب الازدواج فى الكليات التكنولوجية والأقسام ذات التخصص العالى بالجامعات بسبب التكاليف المرتفعة للمعدات ونقص هيئات التدريس كذلك يمكن أن يحقق هذا النظام تعزيزاً لمبدأ التعاون بين كليات الهندسة والمصانع والمشروعات الهندسية حيث يصبح الأمر أكثر قبولا لما يتيحه من سهولة الاتصال بين الصناعة النامية والأقسام القوية الراغبة فى المعونة ، وما يتبع ذلك من تبادل للخبرات والمعلومات الفنية .

٣ر٣ — هيئات التدريس :

تزداد نسبة عدد الطلبة إلى هيئات التدريس عن القدر المناسب بزيادة الضغط المتواصل على تعليم المزيد من المهندسين ولما كان من المتعذر الاعتماد على أساتذة أجانب لمدة طويلة ، لذلك يتعين اتخاذ كل الوسائل للإسراع فى الدراسة التكميلية من درجة الماجستير والدكتوراه لمواجهة الاحتياجات المتزايدة لمدرسى وباحثى المستقبل ومصمميه . ولما كان من الصعب على هؤلاء الأفراد مزاولة التدريب العملى بعد هذه

* انظر جدول (٣) .

جدول رقم (٣)

بيانات عن الفنيين فى بعض الدول المتقدمة

	فرنسا	ألمانيا الاتحادية
(ا) بيانات عن فرنسا وألمانيا الاتحادية عام ١٩٦٤ :		
إجمالى عدد المهندسين	١٢٠٠٠٠	٨٠٠٠٠
معدل تخرج المهندسين سنوياً	٤٠٠٠	٦٠٠٠
إجمالى عدد الفنيين من المستوى العالى	٨٠٠٠٠	٢٥٠٠٠٠
معدل تخرج الفنيين من المستوى العالى سنويا	٢٥٠٠	١٢٠٠٠
نسبة المهندسين إلى الفنيين من المستوى العالى	١ : ٠,٦٦	١ : ٣,١
(ب) بيانات من الاتحاد السوفييتى :	١٩٦٣	١٩٦٣
الحاصلون على تعليم جامعى	١٣٦٠٠٠	٣٣١٢٠٠٠
الفنيون	٥٩٠٠٠	٦٢٨٦٠٠٠
نسبة الحاصلين على تعليم جامعى : الفنيين	١ : ٠,٤	١ : ١,٤٥
خريجو التعليم الجامعى	١٢٢٠٠	٣٣٢٥٠٠
خريجو معاهد الفنيين	٧٤٠٠	٥١١٨٠٠
نسبة خريجى الجامعات إلى الفنيين	١ : ٠,٦	١ : ١,٥
خريجو التعليم الجامعى فى قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات		١٢٢٠٠٠
الفنيون فى قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات		٢٣٨٠٠٠
نسبة خريجى التعليم الجامعى إلى الفنيين فى قطاعات الصناعة والإنشاءات والمواصلات		١ : ١,٩٥
(ج) بيانات من الولايات المتحدة الأمريكية :	١٩٥٠	١٩٦٤
المقيدون فى الكليات « ذات العامين »	٥٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠
عدد الكليات الوسطى ذات العامين		٧١٩
المقيدون من المدرسة العليا قد زادوا من	٪٢٠ :	٪٧٠
(ا) بيانات مقارنة من فرنسا والولايات المتحدة والاتحاد السوفييتى فى عام ١٩٦٤ :		
نسبة الفنيين إلى العمال المهرة فى الاتحاد السوفييتى	١ : ١٠	
نسبة الفنيين إلى العمال المهرة فى الولايات المتحدة وفرنسا	١ : ٢٥—٣٠	

المصدر : (ا) المصنع — باريس ، سبتمبر ١٩٦٤ ؛

(ب) تقرير وفد الخبراء السوفييت عن التدريب الفنى والمهنى بالجمهورية العربية المتحدة — ١٩٦٥ .

(ج) تقرير وزير العمل الامريكى — أبريل ١٩٦٥ .

الدراسات العلمية العنيفة ، لذلك فإنه من المرغوب فيه ، بل من الضرورى — أن يكتسب مثل هؤلاء الدارسين خبرات عملية قبل الالتحاق بالدراسات العليا ، بحيث تيسر لهم قبل الإلتحاق بمهنة التدريس اكتساب مزيد من الخبرات المهنية وأنه من الواضح أنه يتعذر تعيين أحد الأفراد أستاذاً لأمراض النساء ما لم يمارس مثلا عدة حالات من الولادة .

ولقد لوحظت ظاهرتان تؤثران على موقف عمالة هيئات التدريس فى كثير من الدول النامية :

(أ) استخدم بعض أفراد هيئات التدريس للكليات كنقط انطلاق لمستقبل آخر فى الصناعات النامية ، لأنه بالرغم مما هو معروف أن هناك مميزات معنوية عديدة فى نظام الحياة الجامعية ، إلا أنه ما لم يتحسن مستوى المرتبات وظروف الخدمة الأخرى ، وترتفع إلى المستوى المناسب بالمقارنة مع الصناعة فلن تحظى مهنة التدريس بالإقبال الكافى من المهندسين الراغبين فى العمل ، ولن تستطيع أن تتغلب على منافسة الصناعة لها أو إغرائها لهم .

(ب) فقدان المهندسين والعلماء من الدول الأقل نمواً إلى الدول الأكثر نمواً بسبب التباين الموجود فى النواحى الثقافية والاقتصادية بين المناطق المختلفة فى مراحل النمو ؛ وهذا يؤدى إلى عرقلة جهود الدولة فى الدرجات الأولى من سلم التنمية . لذلك يتعين على الدول النامية أن تنتبه إلى أنه من السهل تدريب بعض المواطنين ليصبحوا مهندسين ، ولكن الأمر ليس كذلك بالنسبة لتهيئة الجو الذى يمنعهم من الهجرة إلى الدول الأكثر تقدماً والتى تشجعهم على ذلك أيضاً .

ملخص الموضوعات بالقسم الانجليزى

مقاومة القص للتربة الرملية

للدكتور المهندس عبد المنعم أحمد موسى

هذا البحث واحد من البحثين الذى قام بإجرائهما المؤلف فى جامعة آخن بألمانيا الغربيه ، حيث أوفد إليها فى مهمة علمية للعام الدراسى ١٩٦٤ — ١٩٦٥ وذلك على نفقة مؤسسة ألكسندر فون هومبلدت العلمية .

الغرض الذى دعا إلى إجراء هذا البحث هو دراسة قوة مقاومة القص للرمال وعلاقتها بالخواص الطبيعية للرمل مثل الكثافة النسبية أو التدرج الحبيبى أو الشكل الحبيبى .. الخ .

من أجل ذلك أجريت تجارب الضغط الثلاثى المحاور على عينات مختلفة من الرمال المأخوذة من مواقع مختلفة بألمانيا الغربية وكذلك على عينه مأخوذة من مدينة القاهرة بالجمهورية العربية المتحدة . وقد روعى فى إختيار هذه العينات أن تكون ممثلة للرمال من حيث التباين فى منحنيات التدرج الحبيبى وكذلك التباين فى شكل الحبيبات .

أثبتت نتائج التجارب على أن العلاقة بين قوة مقاومة القص والجهد العمودى الفعال — عند بلوغ حد الفشل — ليست دائماً خطاً مستقيما إنما تختلف من خط مستقيم إلى منحنى وذلك تبعاً لكثافة الرمل النسبية . وقد أثبتت الحسابات الإحصائية على أنه بالنسبة للرمال ذات كثافة نسبية أقل من ٤١٥ر٠ فإن هذه العلاقة تكون خطأ مستقيما . أما بالنسبة للرمال ذات كثافة نسبية أكثر من ٤١٥ر٠ فإن هذه العلاقة تكون على هيئة منحنى . كذلك أثبتت التجارب على أن كلا من التدرج الحبيبى والشكل الحبيبى ليس لهما تأثير يذكر على قوة مقاومة الرمال للقص .

هذا وقد توصل المؤلف إلى معادلة رياضية عامة بواسطتها يمكن إيجاد قوة مقاومة القص للرمل بدلالة الجهد العمودى الفعال عند حد الفشل والكثافة النسبية للرمل . وبتطبيق هذه المعادلة ومقارنتها بنتائج تجارب باحثين آخرين ، أجروا تجاربهم على عينات مختلفة من الرمال وعلى أجهزة قص مختلفة ، ثبت صحة هذه المعادلة حيث أنه يمكن تعميمها على أن تكون حبيبات الرمال ذات شكل وتكوين طبيعى .

موحدات أشباه الموصلات للقوى الكهربية

وطريقة تصميم جهاز التوحيد

للدكتور المهندس الصادق أمين قنديل

فى العشر سنوات الأخيرة حدث تقدم كبير فى تطوير واستعمال موحدات أشباه الموصلات (الموحدات المعدنية) فى القوى الكهربية. فكما أخذت موحدات بخار الزئبق تحل محل الموحدات الدائرة المتزامنة فى حوالى عام ١٩٣٠، فإن موحدات أشباه الموصلات، وخصوصاً الجرمانيوم والسيليكون أخذت تحل محل موحدات بخار الزئبق إبتداء من حوالى عام ١٩٥٦. ذلك نظراً لأنها أقل حجما، ولا تحتاج إلى دوائر مساعدة للاشعال أو التنبيه. كما أن منحنى الجودة لوحدات الجرمانيوم والسيليكون أعلى من موحدات بخار الزئبق، وكذلك فان الثمن الإجمالى لجهاز التوحيد المعدنى فى كثير من الأحيان، أقل من زميله ذو بخار الزئبق.

ويبدأ هذا البحث باستعراض الأنواع المختلفة من الموحدات المعدنية، وطريقة تركيبها ومنحنيات خواصها؛ ثم يقارن بينها ويبين طريقة إختيار أنسب الأنواع للتطبيقات المختلفة. ثم يشرح البحث دوائر أجهزة التوحيد المختلفة، وقوانين وعلاقات الجهد والتيار والقدرة فى النقط المختلفة من الدائرة التى سوف تستعمل فى تصميم جهاز التوحيد. وكذلك يعطى البحث شكل موجة التيار والجهد فى كثير من نقط الدائرة وهذه المعلومات موضوعة على هيئة جداول لتكون بمثابة أداة سهلة لمهندس التصميم. ثم يشرح البحث طريقة تصميم جهاز التوحيد والمحول الملحق به، ويعطى مثالاً عددياً على ذلك.

ويلاحظ أن صناعة ألواح أو بلورات الوحدات المعدنية يحتاج إلى تكنولوجيا خاصة ودقة عالية أثناء عمليات التصنيع، ولذلك فإنها لا تصنع إلا بعض الدول الصناعية الكبرى فقط. ولكن كاتب البحث يعتقد أنه قد حان الوقت ألا نستورد فى مصر سوى ألواح السيلينيوم أو صمامات سيليكون فقط، ثم يقوم المهندسون المصريون بتصميم أجهزة التوحيد والمحولات الملحقة بها، ثم تجميعها فى مصر. وبذلك نخطو بالصناعة المحلية خطوة نحو الأمام، كما أننا سوف نوفر بعضاً من العملات الصعبة.

الحرق الموضعى لخامات الفحم العميقة

للدكتور المهندس حسن فهمى إمام

تضمن البحث تحليلا لأهم النظريات والآراء العلمية التى تناقش إمكانية وجود تكوينات الفحم القابلة للاستغلال فى الصخور المصرية .

وقد أثبتت أعمال الحفر العميق لشركة صحارى البترول فى الصحراء الغربية ، وجود طبقات من الفحم الجيد على أعماق كبيرة . وقد دعا ذلك إلى الاعتقاد بأن استخدام طرق التعدين المعروفة سوف تكون معقدة للصعوبات الناتجة من ضغط الغطاء الصخرى فضلا عن تكاليفها العالية .

ولقد اتجه البحث إلى دراسة إمكانية إستغلال هذه الطبقات بحرق الفحم فى موضعه ، وقد بنيت هـذه الدراسة على نتائج الحفر فى الصحراء الغربية ، وكذلك نتائج الدراسات التى قامت بهـا بعض الدول الصناعية فى الحالات المشابهة ؛ ولقد حدد البحث الاختبارات المعملية والميدانية الواجب إجراءها للوصول إلى نتائج محددة .

كذلك تعرض البحث إلى مدى تأثر الاقتصاد القومى باستخدام نواتج حرق الفحم موضعياً فى الصناعات الكيميائية وتوليد الكهرباء وغيرها .

تحليل اهتزاز المنشآت الاطارية بطريقة الكزازة

للدكتور المهندس محمد عزت محسن

يعالج هـذا البحث حالات اهتزاز المنشآت الإطارية وتحليلها باستخدام طريقة مستحدثة تقوم على تطبيق مفهوم الكزازة الديناميه وتعيين العتب المكافىء ديناميا للمنشأ الإطارى من حيث حساب الكزازة المكافئة التى تؤثر عند طرفى هذا العتب .

وقد استوجبت هـذه الطريقة دراسة تأثير الأحمال الديناميه على الأعتاب تحت شروط مختلفة للارتكاز الطرفى وحساب التردد الطبيعى لهذه الأعتاب .

وتمتاز الطريقة المقترحة عن الطرق الأخرى المستخدمة حالياً — مثل طريقة المساحة التى استحدثها دنكن وشرح تطبيقها على المنشآت الإطارية بيشوب (١٩٥٤) — بسرعة وسهولة حساب الانحرافات والإجهادات الديناميه الناشئة عن اهتزاز المنشآت بطريقة بيانية ، كما أمكن حساب تأثير الأحمال المحورية الإستاتية التى — ولا شك — تؤثر تأثيراً بيناً على هذه الإنحرافات والإجهادات .

REFERENCES

1. Duncan, W.J., 1941, Phil. Mag., Series 7, vol. 32, "The Admittance Method for Obtaining the Natural Frequencies of Systems."
2. Bishop, R.E.D., 1954. Jl. Roy.-Aeronautical Soc., vol. 58, "The Analysis and Synthesis of Vibrating Systems."
3. Bishop, R.E.D., 1955. Proc. Inst. Mech. Eng., vol. 169, No. 51, "The Analysis of Vibrating Systems which Embody Beams in Flexure."
4. Bishop, R.E.D. and Johnson, D.C., 1960. "The Mechanics of Vibration", Cambridge University Press.
5. Rayleigh, Lord, 1894. "The Theory of Sound", Second Edition, Macmillan.
6. Mohsin, M.E., 1966. (under publication), The Bulletin Fac. Eng., Cairo University Press, "On the Stability of Frameworks."

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his deepest thanks to Professor Dr. O. El-Kholy, Professor of Aircraft Mechanics, Faculty of Engineering, Cairo University, for his interesting discussions and useful remarks. His thanks are also extended to Eng. E. Adeeb and Eng. M. Nasr research students in the Dept. of Aeronautics, Cairo University, for their assistance in preparing the manuscript of this paper.

Equations (20), (21) and (22) yield :

$$y'(L) = \Theta_{m+1} = (M_{m+1}/\eta_D K_n) \{ \Gamma_{m,n} (1 - (\eta_B) (\sinh \alpha_n + \sin \alpha_n) - (\eta_B) (\cosh \alpha_n + \cos \alpha_n) \} \quad (23)$$

Giving :

$$K_{m+1}/K_n = \gamma_{m+1,n} = (\eta_D) \{ \cos \alpha_n - \eta_B \cosh \alpha_n + (\gamma_{m,n}/2\alpha_n)(1 - \eta_B). (\sinh \alpha_n + \sin \alpha_n) \} \quad (24)$$

Figs. (7) to (10) show the value of $\gamma_{m+1,n}$ plotted against α_n for different values of $\gamma_{m,n}$ as given by equation (24). The calculations were made using an IBM 1620 digital computer.

The natural frequencies, which exactly check those obtained from equation (15), or Figs. (3, 4 and 5), are defined by the intersection of the curves, with the α_n-axis. The "Antiresonance" frequencies, representing the case when one of the degree of freedom of the beam is absorbed, are defined by the assymptotes to the curves when the stiffness K_{m+1} becomes infinite. These curves represent typical curves of the many-degree of freedom vibrating systems which has been thoroughly explained in references (4) and (5).

5. THE EFFECT OF AXIAL FORCES :

One of the advantages of the method described in this paper is the ability to analyse vibrating frameworks with axial forces in the different members. It has been shown by the author(6) that the effect of an axial force on an elastically supported beam with lateral load, representing in this case the inertia forces, is equivalent to reducing its stiffness. The reduction in stiffness is given approximately by :

$$K'_n/K_n = 1 - (P/P_c)_n \quad (25)$$

where P_n is the axial load in the beam, and $(P_c)_n$ is the critical load of the beam under the elastic restraint at its ends.

The approximation in K_n' as given by equation (25) is within ± 1.5 % for P ranging between $\pm P_c$. The error increases as P increases outside this range. The value of P_c for beams elastically restrained at their ends can be obtained from the graphs given in the same reference.

Hence, in the case of the beam having an axial load, the natural frequency as well as the equivalent massless spring stiffness can be obtained in the same manner explained before, reducing the stiffness from K_n to K_n' as defined by equation (25).

6 CONCLUSIONS :

The proposed method permits fairly rapid determination of the dynamic behaviour of complicated frameworks with the help of the graphs given. The method overcomes most of the shortcomings of previous methods and has the advantage of being applicable to axially-loaded members.

NOMENCLATURE

K_m : Rotational spring stiffness of mth joint $= M_m/\Theta_m$.

K_n : Stiffness of nth member $= (EI/L)_n$.

K_n' : Reduced stiffness due to axial load P_n.

M_m : Moment at mth joint.

P_n : Axial load in nth member.

$(P_c)_n$: Critical load of nth member.

$a_n = (\zeta\omega^2/EI)_n$

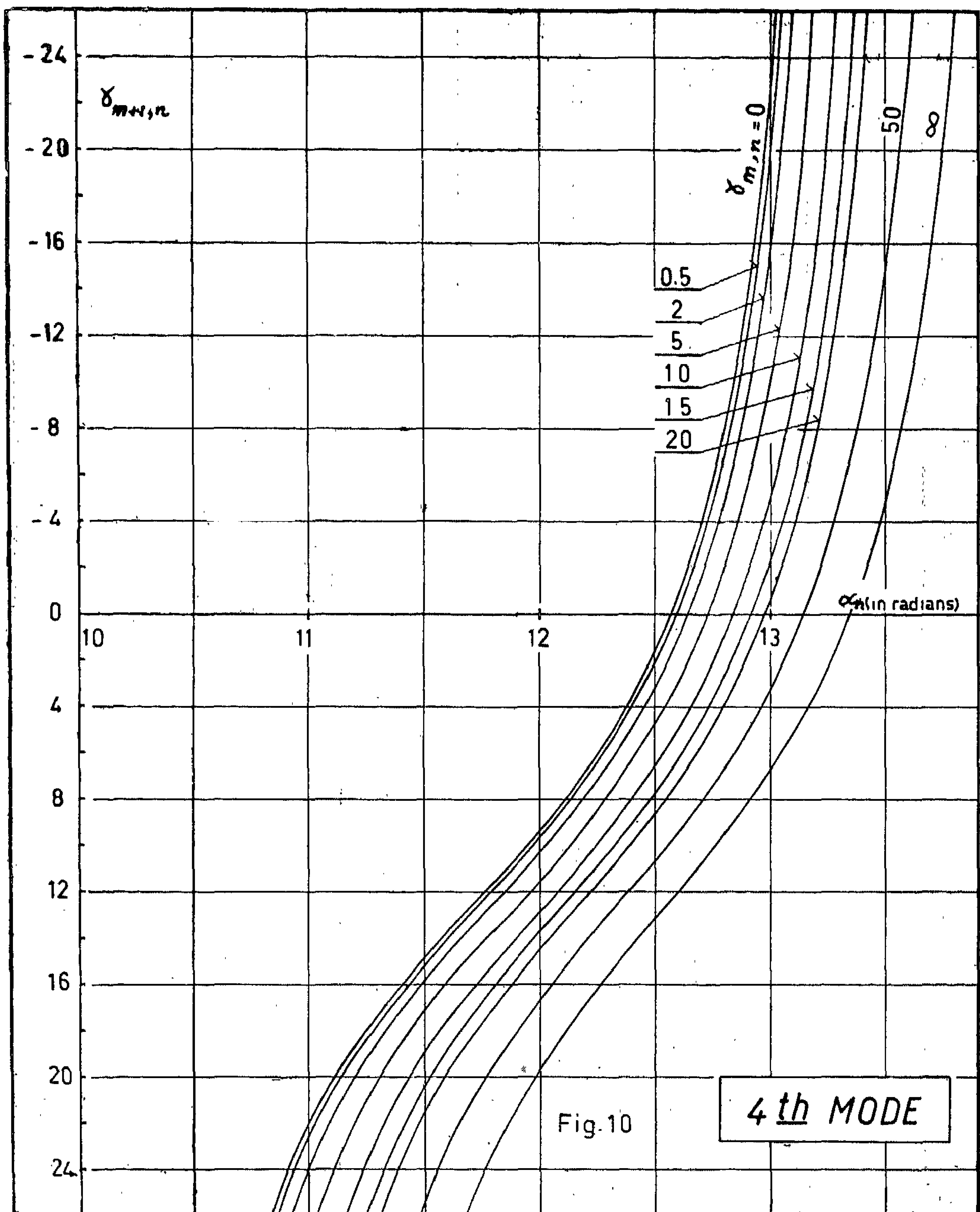
$\alpha_n = a_n L$

$\gamma_{m,n} = K_m/K_n$.

Θ_m : Angle of rotation at mth joint.

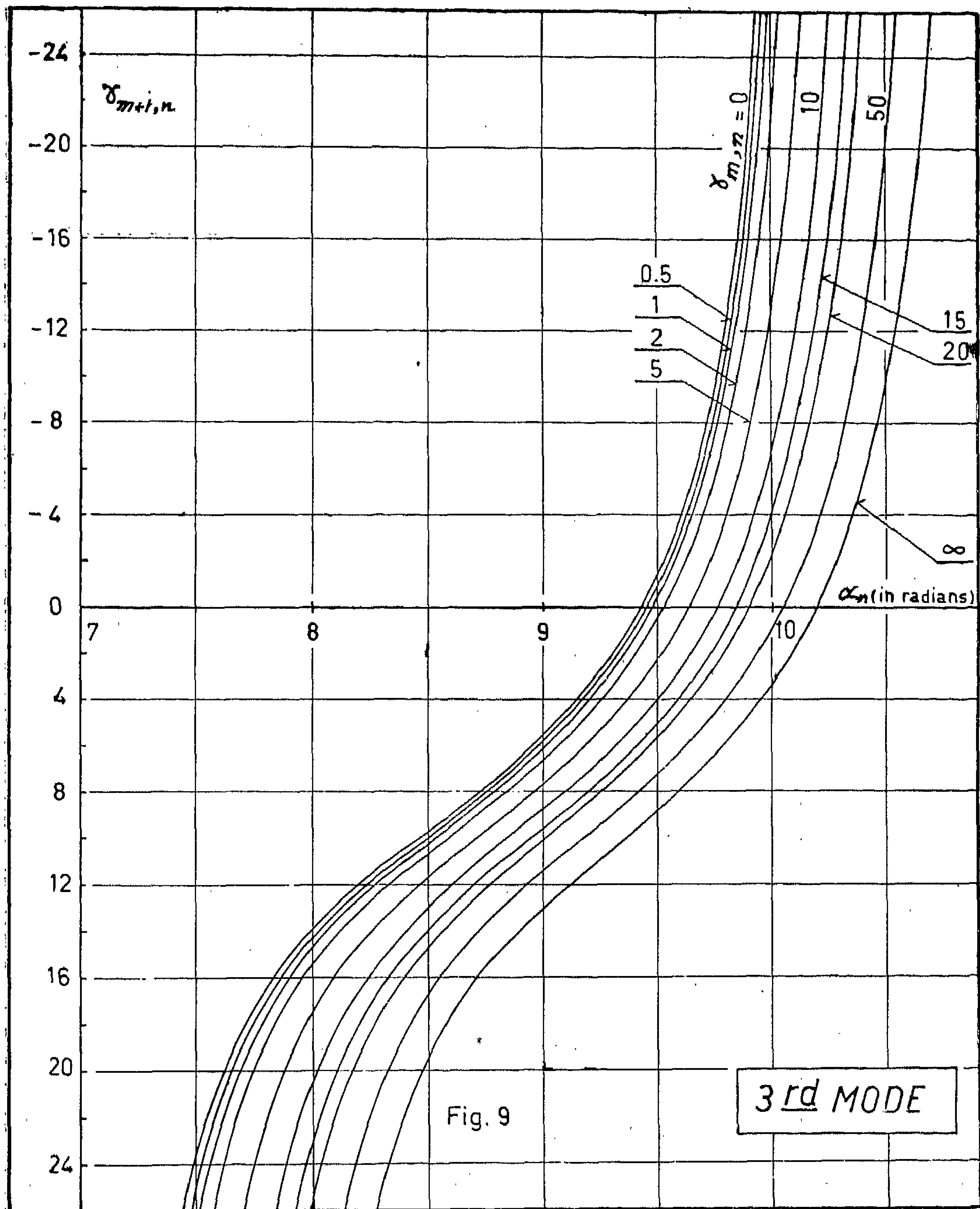
ζ_n : Mass per unit length of nth member.

ω_n : Frequency of oscillation of nth member.



$\gamma_{m+1,n}$
-24
-20
-16
-12
-8
-4
0
4
8
12
16
20
24
10
11
12
13
$\gamma_{m,n}=0$
0.5
2
5
10
15
20
50
∞
α_n (in radians)
4 th MODE

Fig.10



-24
-20
-16
-12
-8
-4
0
4
8
12
16
20
24
$\gamma_{m+1,n}$
7
8
9
10
α_n (in radians)
$\gamma_{m,n} = 0$
0.5
1
2
5
10
15
20
50
∞
3rd MODE

Fig. 9

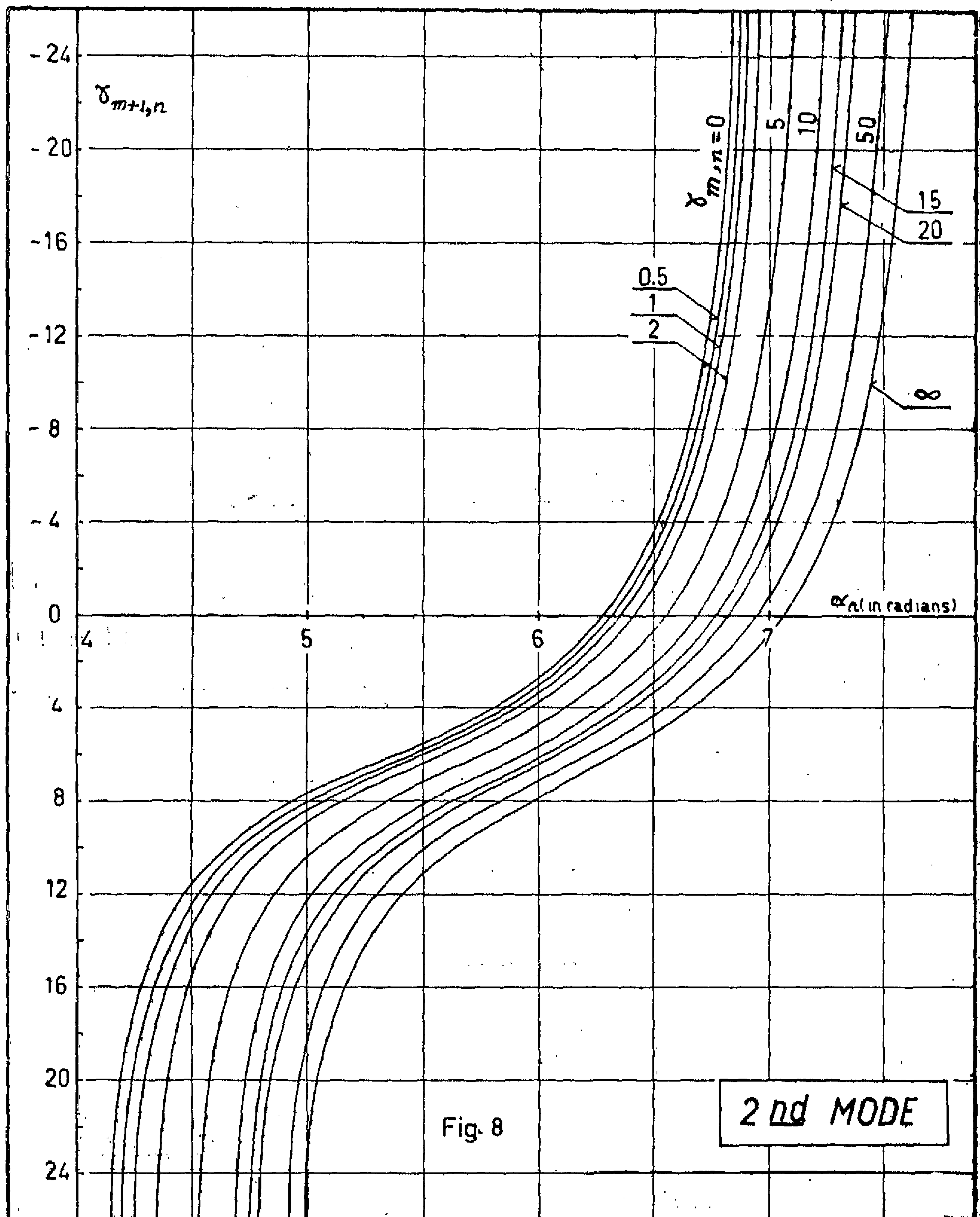

- 24
- 20
-16
-12
- 8
- 4
0
4
8
12
16
20
24
4
5
6
7
$\gamma_{m+1,n}$
$\gamma_{m,n}=0$
0.5
1
2
5
10
15
20
50
∞
α_n (in radians)
2 nd MODE

Fig. 8

From equation (19), after rearrangement, then :

where $\eta_D = \alpha_n [\{ \Gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n - \cos \alpha_n) + \sin \alpha_n \} .$
$\{ \Gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n + \cos \alpha_n) + \sinh \alpha_n \}$
$- \{ \Gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n + \cos \alpha_n) - \sin \alpha_n \} .$
$\{ \Gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n - \cos \alpha_n) + \sinh \alpha_n \}] /$
$[\{ \Gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n - \cos \alpha_n) + \sinh \alpha_n \}]$

From equations (19) and (20), then :

$$B = - M_{m+1} \eta_B / \eta_D (aK)_n \qquad (21)$$

where $\eta_B = \{ \Gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n - \cos \alpha_n) + \sin \alpha_n \} /$
$\{ \Gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n - \cos \alpha_n) + \sinh \alpha_n \}$

From equations (18), (20) and (21), then :

$$A = -C = \{ M_{m+1} / \eta_D (aK)_n \} \Gamma_{m,n} (1 - \eta_B). \qquad (22)$$

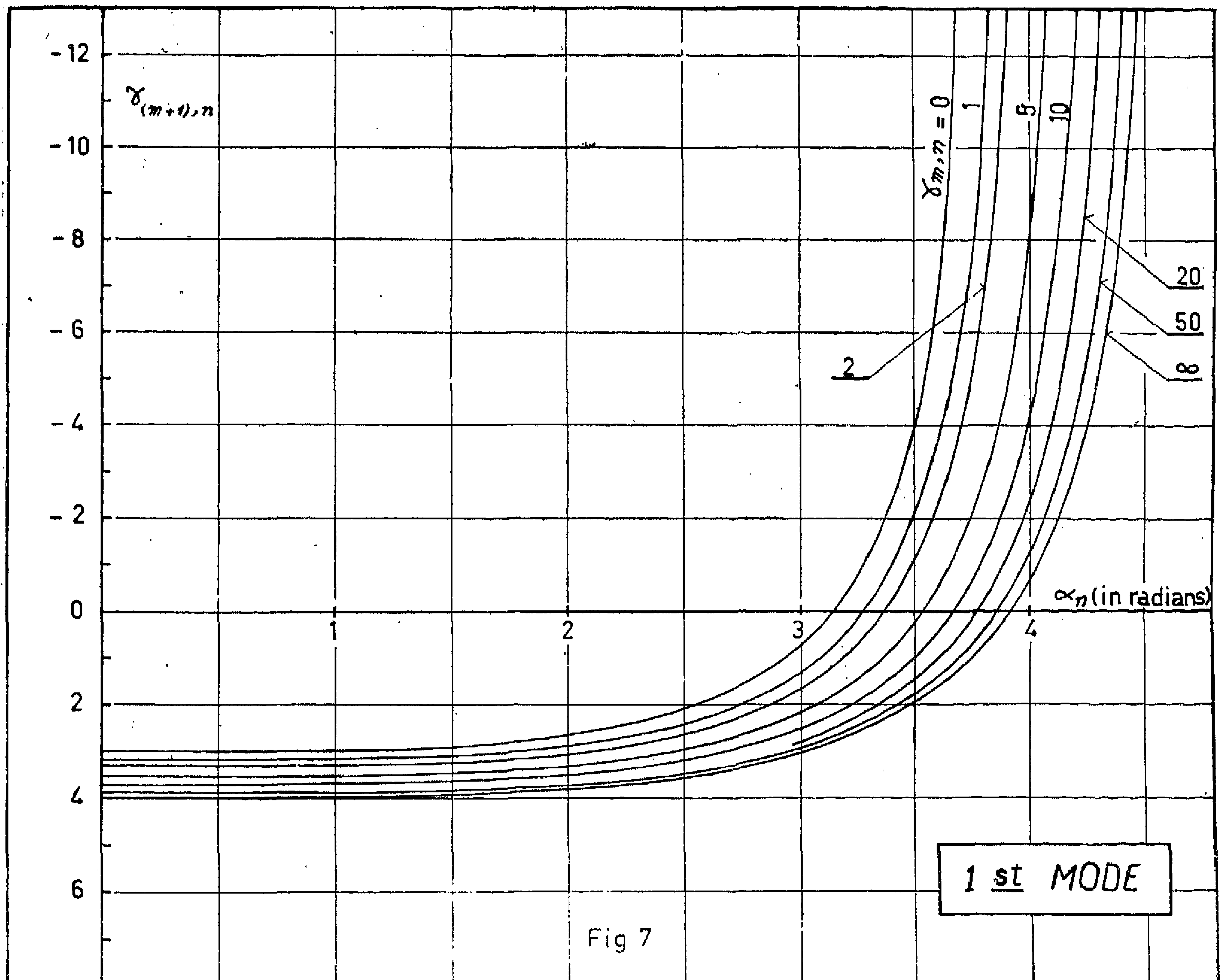


Fig 7

Fig. 5

From equation (17), then :

$$C = -\Gamma_{m,n}\,(B + D) \qquad (18)$$

where $\Gamma_{m,n} = \gamma_{m,n}/2\alpha_n$

iii) $y(L) = 0$, then

$$0 = A\cosh\alpha_n + B\sinh\alpha_n + C\cos\alpha_n + D\sin\alpha_n$$

From equations (17) and (18), then :

$$-\Gamma_{m,n}\,(B + D)\,(\cosh\alpha_n - \cos\alpha_n) = B\sin\alpha_n + D\sin\alpha_n$$

or $B = -D\,\{\Gamma_{m,n}\,(\cosh\alpha_n - \cos\alpha_n) + \sin\alpha_n\} \,/\, \{\Gamma_{m,n}\,(\cosh\alpha_n - \cos\alpha_n) + \sin\alpha_n\}$

iv) $y''(L) = -M_{m+1}/(EI)_n$, then :

$$-\{M_{m+1}/(a^2EI)_n\} = \{A\cosh\alpha_n + B\sinh\alpha_n - C\cos\alpha_n - D\sinh\alpha_n\}$$

From equations (17) and (18), then :

$$-\{M_{m+1}/(a^2EI)_n\} = B\,\{\Gamma_{m,n}\,(\cosh\alpha_n + \cos\alpha_n) + \sinh\alpha_n\} + D\,\{\Gamma_{m,n}\,(\cosh\alpha_n + \cos\alpha_n) - \sin\alpha_n\}$$

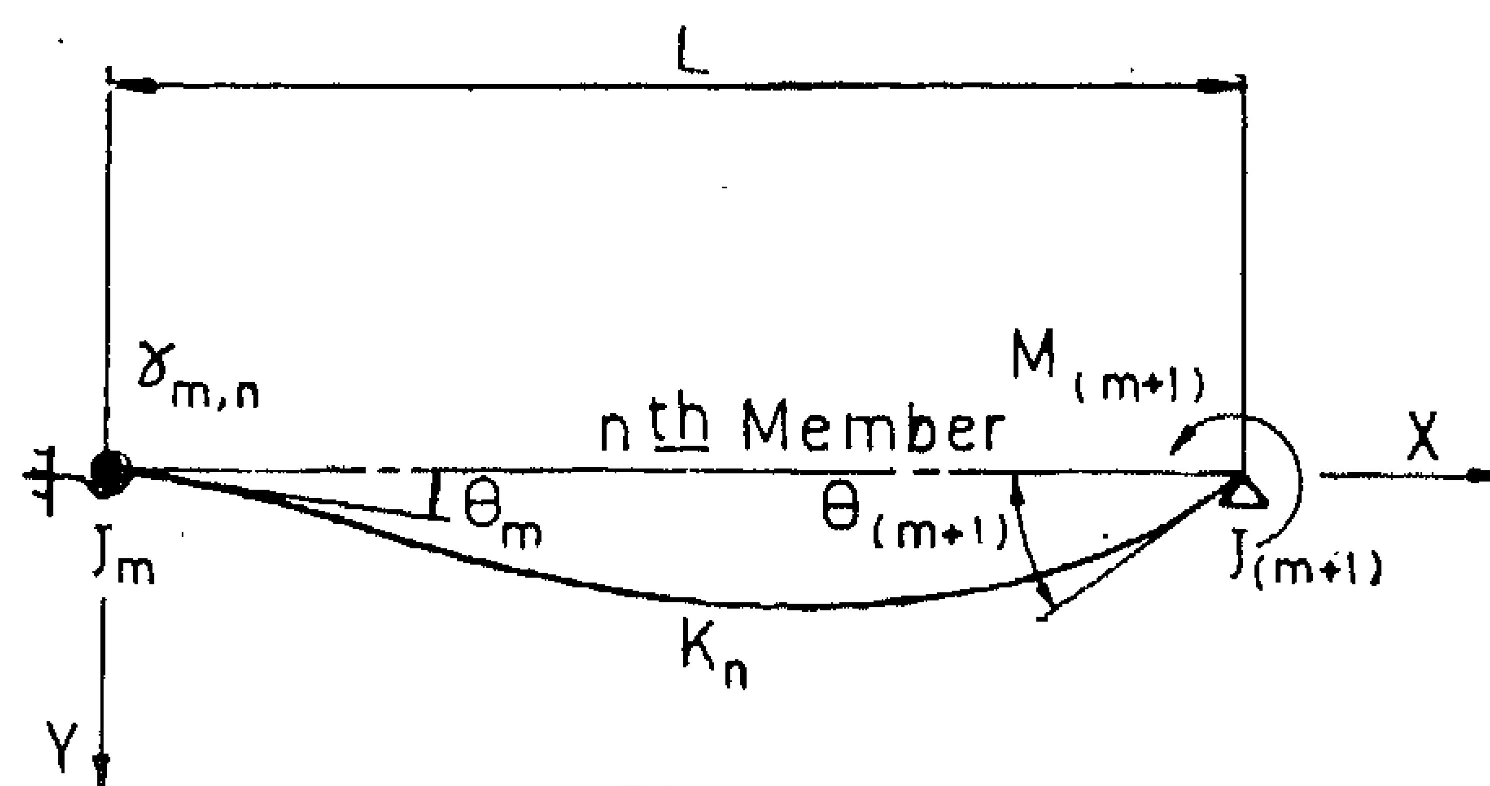


Fig.6

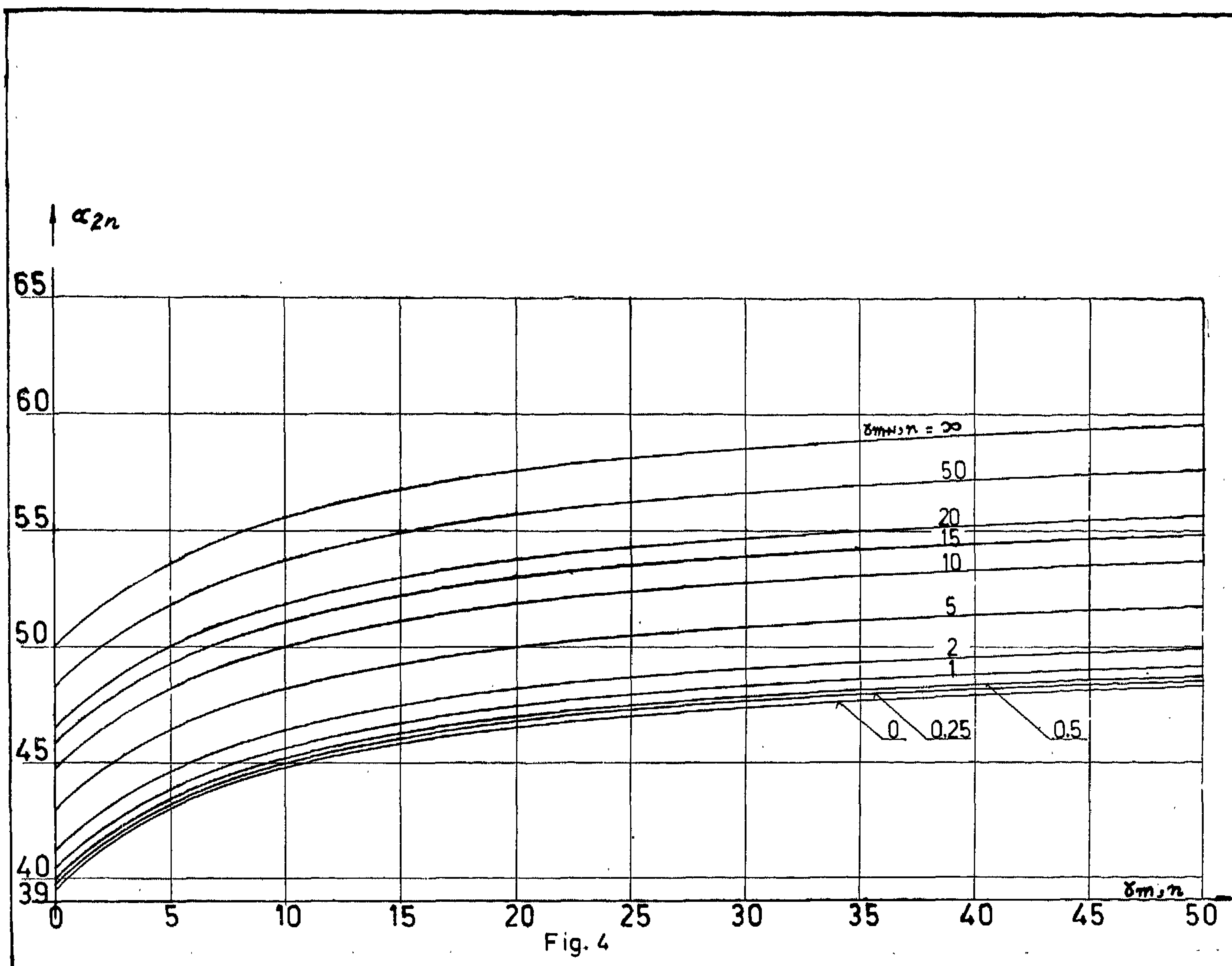


Fig. 4

by equation (15). The solution of this equation was carried out on an IBM 1620 digital computer.

The natural frequencies of the member is given by :

$$\omega_{pn} = \alpha_{pn}^2 \sqrt{(EI/\zeta L^4)_n}$$

where p = 1, 2, 3, ...etc.

4. THE EQUIVALENT MASSLESS SPRING STIFFNESS OF VIBRATING BEAMS, (Case of No Sway) :

Fig. (6) shows the n^th^ member of a framework supported on two joints J_m and J_{m+1}. The rotational stiffness of joint J_m is K_m. The rotational stiffness of joint J_{m+1} is now to be determined when a moment M_{m+1} sin ωt is applied at this joint.

Equation (1) represents the deflected form y(x) of such a beam while $y'(x)$, $y''(x)$ and $y'''(x)$ are given by equations (2), (3) and (4) respectively. The constants A, B, C and D can be determined from the end conditions as follows :

i) $y(O) = O$, then :

$$A = -C \tag{17}$$

ii) $y''(O) = -M_m/(EI)_n$

But since $M_m = -K_m\, y'(O)$, then :

$y''(O) = (K/EI)_n\, y'(O)$.

or

$$a_n^2 \{ A - C \} = \{ K_m/(EI)_n \} . a_n . \{ B + D \}$$

From equations (8) (9), (10) and (12), then :

$$-C \left\{ \sin \alpha_n + \sinh \alpha_n + (2\alpha_n/\gamma_{m,n}) \cosh \alpha_n + (\alpha_n/\gamma_{m+1,n}) (\cosh \alpha_n + \cos \alpha_n) + (2 \alpha^2/\gamma_{m,n} \cdot \gamma_{m+1,n}) \sinh \alpha_n \right\} + D \left\{ (\cos \alpha_n - \cosh \alpha_n) - (\alpha_n/\gamma_{m+1,n}) (\sinh \alpha_n + \sin \alpha_n) \right\} = O \quad (13)$$

and

$$C \left\{ (\cos \alpha_n - \cosh \alpha_n) - (2 \alpha_n/\gamma_{m,n}) \sinh \alpha_n \right\} + D \left\{ \sin \alpha_n - \sinh \alpha_n \right\} = O \quad (14)$$

From equations (13) and (14), then :

$$\left\{ \gamma_{m,n} \cdot \gamma_{m+1,n} (\sinh \alpha_n + \sin \alpha_n) + 2 \alpha_n \gamma_{m+1,n} \cosh \alpha_n + \alpha_n \gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n + \cos \alpha_n) + 2 \alpha_n^2 \sinh \alpha_n \right\} . \left\{ \sinh \alpha_n - \sin \alpha_n \right\} = \left\{ \gamma_{m+1,n} (\cosh \alpha_n - \cos \alpha_n) + \alpha_n (\sinh \alpha_n + \sin \alpha_n) \right\} . \left\{ \gamma_{m,n} (\cosh \alpha_n - \cos \alpha_n + 2 \alpha_n \sinh \alpha_n \right\} \quad (15)$$

Equation (15) defines the condition for the natural frequencies of the nth member of the framework elastically restrained at J_m and J_{m+1}. Figs. (3), (4) and (5) show the value of α_{1n}^2, α_{2n}^2 and α_{3n}^2 plotted against $\gamma_{m,n}$ for different values of $\gamma_{m+1,n}$ as given

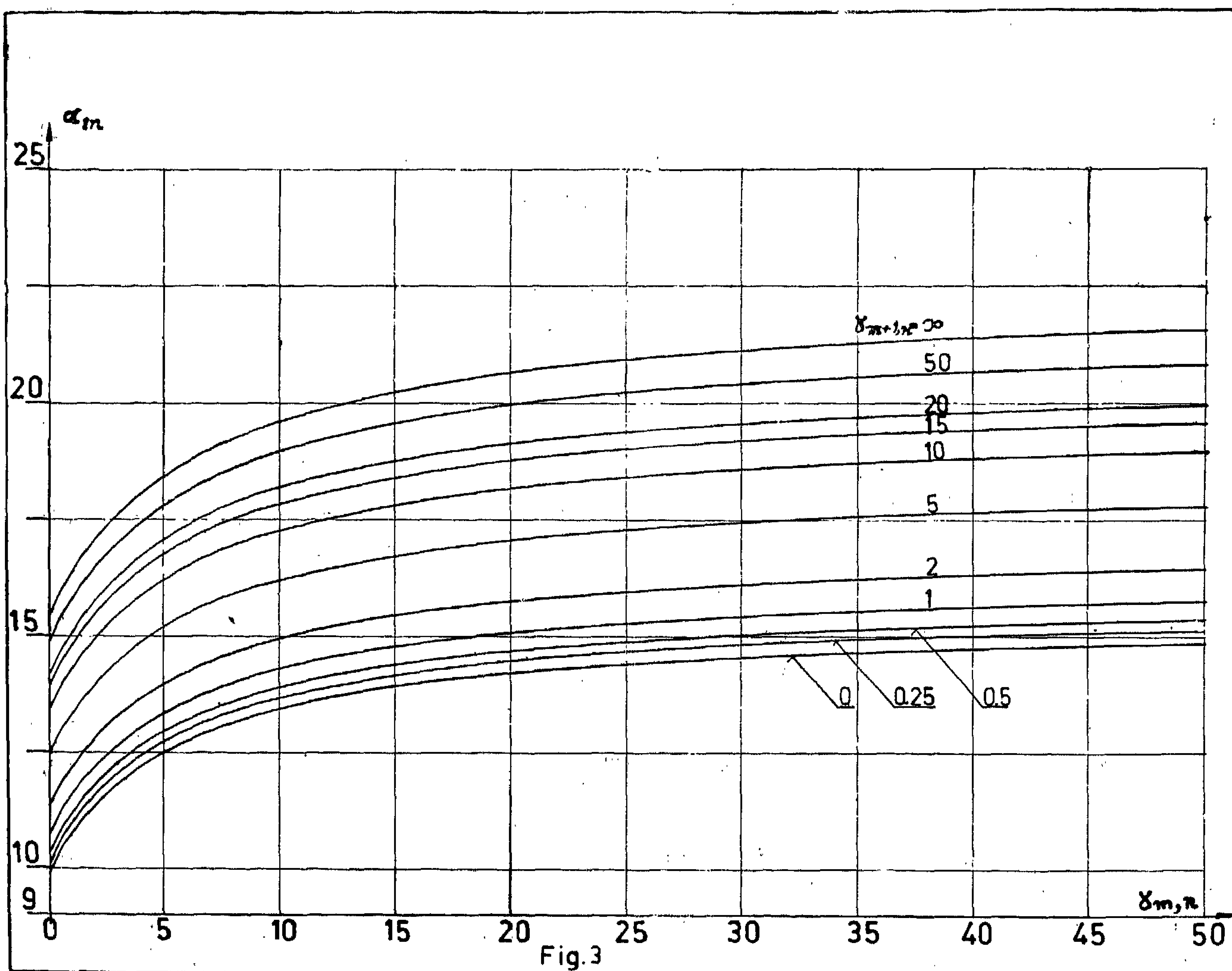


Fig. 3

3. THE NATURAL FREQUENCY OF BEAM WITH ELASTICALLY-RESTRAINED ENDS. (Case of No Sway) :

Consider the nth member of a framework (Fig. 2), elastically-restrained at its ends J_m and J_{m+1} by two massless rotational springs with stiffnesses K_m and K_{m+1}. The differential equations of this member is

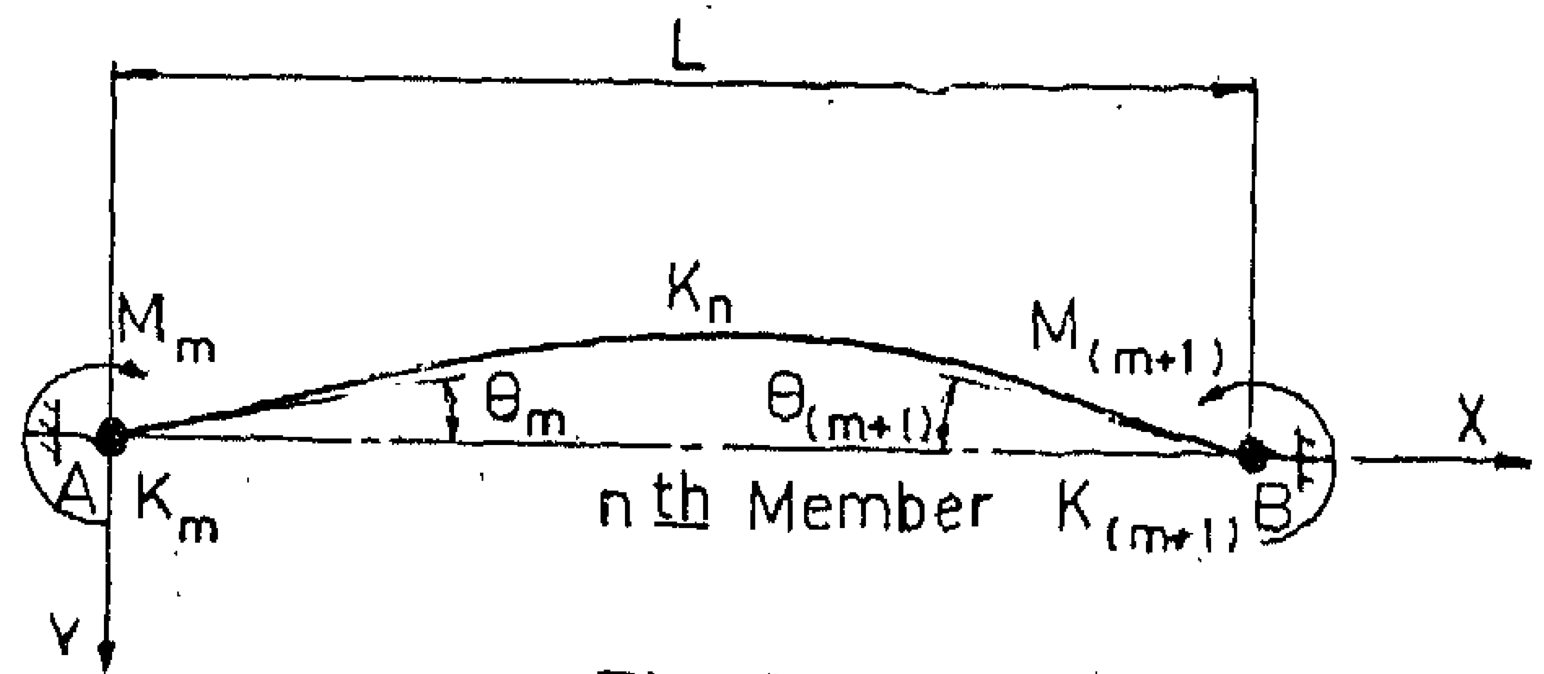


Fig. 2

$$(EI)_n\ (\partial^4 y/\partial x^4) = -\ \zeta_n\ (\partial^2 y/\partial t^2)$$

Assuming a sustained free vibration at a frequency ω_n, we have :

$$y(x,t) = y(x) \sin \omega t, \qquad \text{giving :}$$
$$(EI)_n\ [d^4y(x)/dx^4] = \zeta_n\omega_n^2\ y(x)$$

The general solution of this differential equation is :

$$y(x) = A \cosh a_n x + B \sinh a_n x + C \cos a_n x + D \sin a_n x \qquad (1)$$

where $a_n^4 = (\zeta\omega^2/EI)_n$

Hence :

$$y'(x) = a_n \{A \sinh a_n x + B \cosh a_n x - C \sin a_n x + D \cos a_n x\} \qquad (2)$$
$$y''(x) = a_n^2 \{A \cosh a_n x + B \sinh a_n x - C \cos a_n x - D \sin a_n x\} \qquad (3)$$
$$y'''(x) = a_n^3 \{A \sinh a_n x + B \cosh a_n x + C \sin a_n x - D \cos a_n x\} \qquad (4)$$

The end conditions are :

$$\text{at } x = O: \quad y(x) = O \quad \text{and} \quad y'(x) = \Theta_m \qquad (5)$$
$$\text{at } x = L: \quad y(x) = O \quad \text{and} \quad y'(x) - \Theta_{m+1} \qquad (6)$$

Equations (1) and (5) give :

$$A = -C \quad \text{and} \quad B = (\Theta_m/a_n - D) \qquad (7)$$

Such that, from (2) and (6) :

$$-C\{\sin \alpha_n + \sinh \alpha_n\} + D\{\cos \alpha_n - \cosh \alpha_n\} + (\Theta_m/a_n n \cosh \alpha_n + (\Theta_{m+1}/a_n) = O \qquad (8)$$
$$\text{and} \quad C\{\cos \alpha_n - \cosh \alpha_n\} + D\{\sin \alpha_n - \sinh \alpha_n\} + (\Theta_m/a_n) \sinh \alpha_n = O \qquad (9)$$

where : $\alpha_n = a_n L$

Also, from equations (3) and (7), the bending M_m at $x = O$ is given by : moment

$$M_m = -(EI)_n[y''(x)]_{x=O} = 2C\ (a^2EI)_n = -K_m\Theta_m$$

Then :

$$\gamma_{m,n} = (K_m/K_n) = -2C\ (a^2L)_n/\Theta_m \qquad \text{or} \qquad \Theta_m/a_n = -2C\,\alpha_n/\gamma_{m,n} \qquad (10)$$

Similarly, the bending moment M_{m+1} at $x = L$ is given by :

$$M_{m+1} = -(EI)_n\ [y''(x)]_{x=L} = -K_{m+1}\Theta_{m+1} \qquad (11)$$

From equations (3), (7) and (11)

$$K_{m+1}\Theta_{m+1} = (a^2EI)_n\{-C(\cosh \alpha_n + \cos \alpha_n) - D(\sinh \alpha_n + \sin \alpha_n) + (\Theta_m/a_n)\sinh \alpha_n\}$$

$$\text{or } \Theta_{m+1}/a_n = -C\{(\alpha_n/\gamma_{m+1,n})(\cosh \alpha_n + \cos \alpha_n) + (2\alpha_n^2/\gamma_{m,n}\cdot\gamma_{m+1,n})\sinh \alpha_n\} - D\{(\alpha_n/\gamma_{m+1,n}) + \sinh \alpha_n)\} \qquad (12)$$

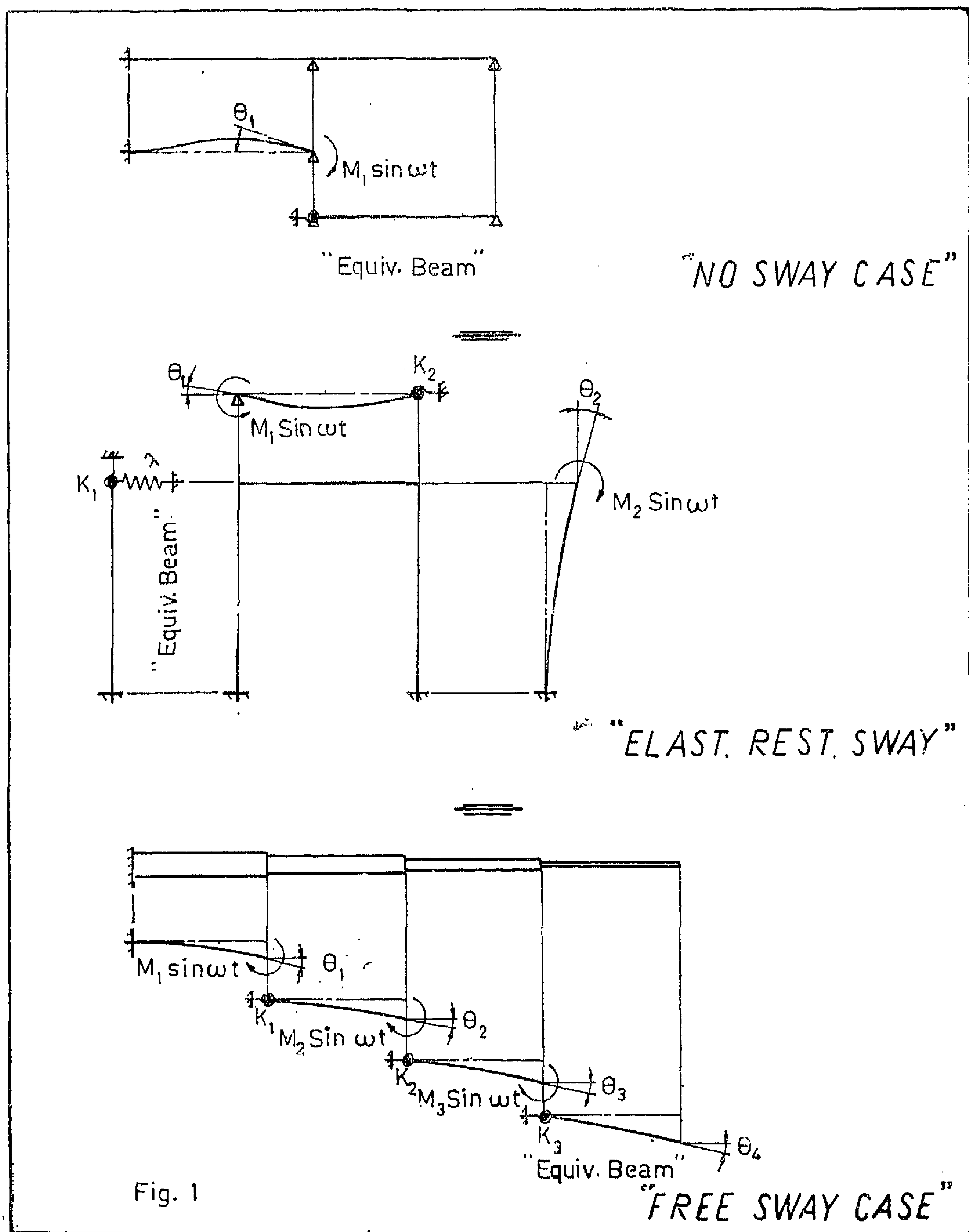

θ1
M1 sin ωt
"Equiv. Beam"
"NO SWAY CASE"
θ1
K2
M1 Sin ωt
θ2
K1
λ
M2 Sin ωt
"Equiv. Beam"
"ELAST. REST. SWAY"
M1 sinωt
θ1
K1
M2 Sin ωt
θ2
K2
M3 Sin ωt
θ3
K3
θ4
"Equiv. Beam"
"FREE SWAY CASE"

Fig. 1

THE STIFFNESS METHOD FOR THE ANALYSIS OF VIBRATING FRAMEWORKS

By

M.E. MOHSIN, Ph.D.

1. INTRODUCTION

The application of the theory of small oscillations of a linear system to relatively simple engineering problems is often cumbersome. A large body of literature is devoted to the important task of making such applications more manageable. In 1947, Duncan(1) introduced his "Receptance Method". The main advantage of this method is that it permits complicated systems, such as frameworks, to be broken down to simpler parts for the purpose of vibration analysis.

In 1954, Bishop (2,3&4) explained the application of the "Duncan Receptance Technique" to engineering problems. In reference (3), Bishop showed how this technique could be applied to the analysis of vibrating systems which embody beams in flexure such as frameworks. He also presented extensive tables of the "receptance functions" used in such cases. This technique, in the author's view, is still cumbersome when applied to complicated frameworks (i.e. embodying more than two members) for the following reasons :

1. The complicated form of receptance will yield, in the case of complicated frameworks, more complicated transcendental equations for the natural frequencies.

2. The method does not enable the designer to detect the effect of each member on the rest of the framework for optimum design conditions.

3. The effect of axial loads on the members cannot be taken into consideration since the proper end conditions for every individual member are not considered. This drawback is the most important because of the considerable effect of such axial loads on the vibration characteristics of frameworks.

These drawbacks are overcome by the method proposed in this paper.

2. REDUCTION OF A FRAMEWORK TO AN ISOLATED ELASTICALLY-RESTRAINED BEAM :

Fig. (1), which is self explanatory, shows the manner in which a framework is reduced to a single isolated beam for three cases of beam end conditions :

1. Case of no sway.
2. Case of elastically-restrained sway.
3. Case of free sway.

Only the first case is dealt with here. The other two cases will be dealt with in a future paper.

It is clear from Fig. (1) that in order to determine the natural frequency of the equivalent beam, and hence the natural frequency of the whole framework, it is necessary to determine :

1. The natural frequencies of beams elastically-restrained at their ends.

2. The equivalent spring stiffness of each end of the equivalent beam representing the interaction between the beam and the rest of the framework.

* Professor of Airframe Design, Dept. of Aeronautics, Faculty of Engineering, Cairo University.

life in Egypt. It will provide power, badly needed by a nation which is advancing rapidly in the field of heavy industries. The power generated could serve the Delta and supply the factories build in Lower Egypt, thus inhance the industrial development of this part of the country with the important social effects of reducing unemployment and releasing pressure resulting from the population concentration in the larger cities (mainly in Cairo).

Costs of the operation are very hard to furnish at this point, but in a future publication the authers hope to deal with underground gasification technique and costs in more detail. However they would like to call the attention to the fact that more researches are needed in this field and a serious program for coal exploration and exploitation, by gasification, of deep-seated seams should be developed and carried out in the most promissing areas considered in the light of the theories pertaining to coal presence in Egypt as discussed in this paper.

ACKNOWLEDGMENT

The authers would like to thank very much Professor M.M. Ibrahim, ex-Head of the Department of Mining and Petroleum, College of Engineering, Cairo University and now Director of the Institute of Building Researches for his benevolent guidance and kind help in preparing this paper, also for his critical review of the draft.

REFERENCES

1. Reed, *Geology of The British Empire.*
2. William McInnes, *Coal Resources of the world*, Vol. I and II., Morang Co. Ltd., Toronto, 1913 .
3. U.A.R. Department of Mines, Reports of 1903, 1906.
4. Hume, W., Journal of Geological Society.
5. Ibrahim, M.M., *Report on The Coal Formation in Egypt,* Cairo, 1958.
6. ——, *Lake Nasir, Its past and Present,* Arab Mining and Petroleum Association, Cairo, Nov. 1962.
7. ——, Coal and Its. Potentials in Egypt.
8. James L., Elder, and Others, *Field Scale Experiments in Underground Gasification of Coal at Gorgas, Alb.* USBM R.I. 5367.
9. Forroster J., Erich Saparuu, *The Process of Underground Electro-carbonization.* Minnesota School of Mines and Metallurgy, Technical Series, Jan. 1952, No. 78; Minneapolis.
10. Fieldner, Davis, Reynolds, Schmidt, Brewer and Sprunk, Carbonizing Properties and *Petrographic Composition of Baterstown Bed Coal,* USBM Technical Papers: 596, 1939, p. 46; 601, 1939, p. 45; 604, 1940, p. 65, ; 726, 1949, p. 58.
11. Abramov, I., *Underground Gasification of Coal,* Gas World, 1945, p. 123.
12. Thring, M., *Underground Gasification of Coal with Reference to British Coal Measures,* Mining Congress Journal, 1944, p. 37.
13. Earle, C., *How Coal is Burned in Mines to Produce Power and Synthesis Gas.* Power Plant Eng., 51, 1947, No. 9, p. 74.
14. Sindey, K., and John F., *Estimated Costs of Gasifying Coal in Place,* USBM I.C. 8020.
15. Grand, *Principles of Engineering Economy,* Ronald Press N.Y., 1960.
16. Morris, *Engineering Economy,* Irwin,
17. Truscott, *Mine Economics,* Mining Publications, Ltd., 1937.

As a source of power, coal will be greatly needed to serve side by side with the electricity generated from both Aswan Dam and the High Dam after its completion. Coal can be used to furnish power to the Delta and Lower Egypt while the hydroelectric power can be used in Upper Egypt and the mining centers in the Eastern Desert and along the Red Sea coast.

A second industrial function of coal is to furnish heat, not only to warm factories, stores, etc., but also for carrying out a number of metallurgical operations.

A third usage of coal is to serve as a raw material in iron-ore smelting, and the manufacturing of steel and similar metallurgical conversions. This third usage is of particular interest to Egypt as a country which has started its iron and steel industry not too long ago. Depending upon imports from foreign markets, the domestic coal will reduce that to a great extent. In addition, the country will save its hard currency which is needed badly to enhance the industrial development and build Egypt's modern civilization.

Coal can also be used as a source of various products such as oils, lubricants, synthetics and fats, as well as it can be utilized as chemical raw material. More than 350 substances can be made by chemical processing of coal. Some of these substances are dyes naphthaline, medicinals, explosives, roofings, fertilizers, ammonia, and preserving and aromatic substances.

Effect of Exploitation of the Western Desert Coal

The underground gasification of the Western Desert coal deposits e.g. the Khatatba area will have a revolutionary effect on the Delta. Many industries can be established offering great opportunities for employment. This, in turn, will help solve the problems arising from the concentration of the industry-hence the population — in Cairo and the surrounding areas.

It would be of great interest to make a comparison between the cost of power produced using this coal and the cost of the hydroelectric power proposed to be generated from the Quattara Depression. Exact figures concerning the operating costs of in-situ coal gasification will be very hard to furnish at this point. However, these costs can be classified as follows: [10,14]

Operating costs = path preparation costs+ Gasification costs.

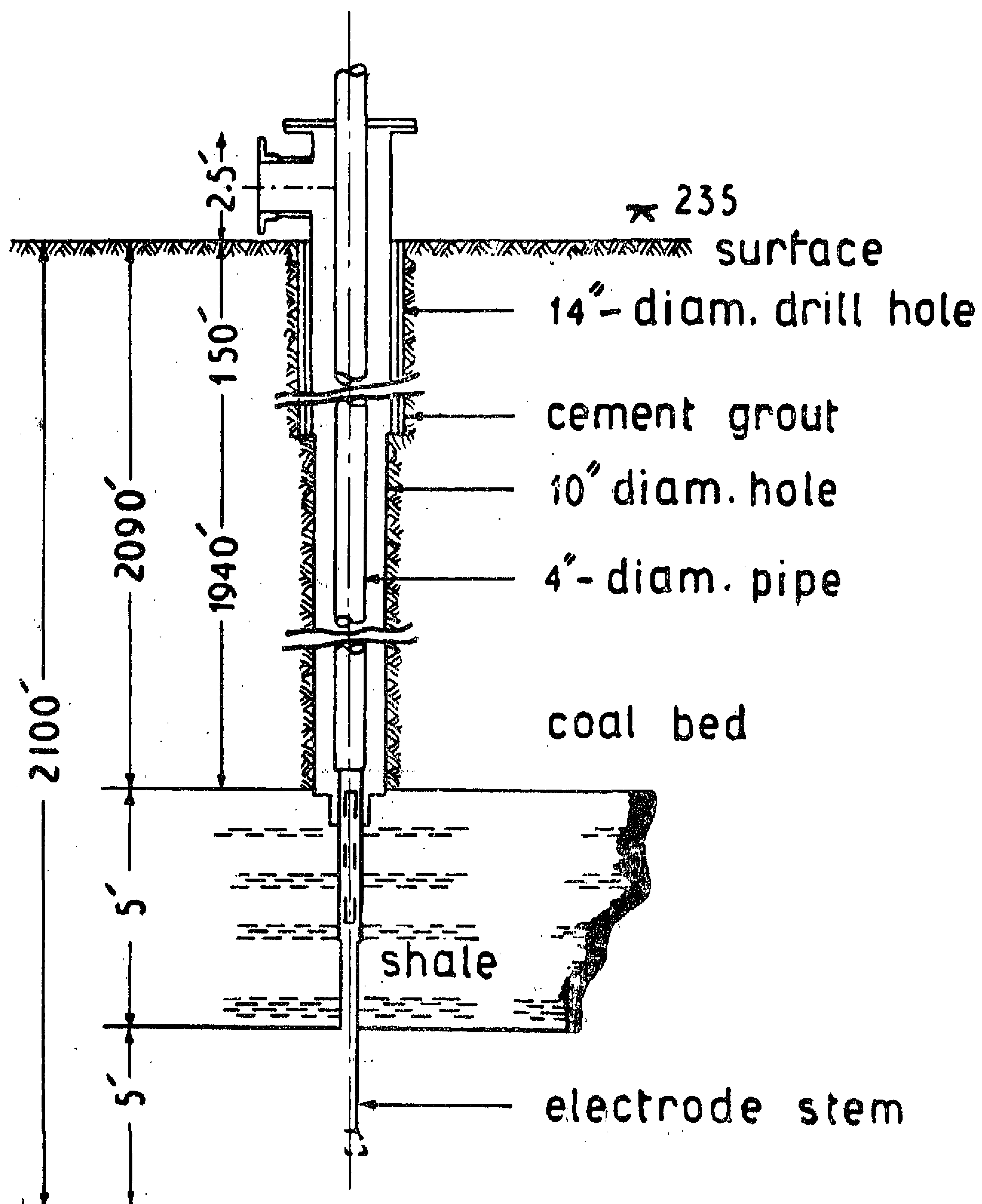
The necessary fundamentals and costs required to calculate the path preparation costs include, length of path, number of borcholes per path, borehole cost, cost of site preparation, cost of hydraulic fracture, external headers and equipments, and height of overbruden, and the fundamental data required to estimate the prelimenary costs of gasification include heat recovery, power required for linking, heat available in the path and gas pressure.

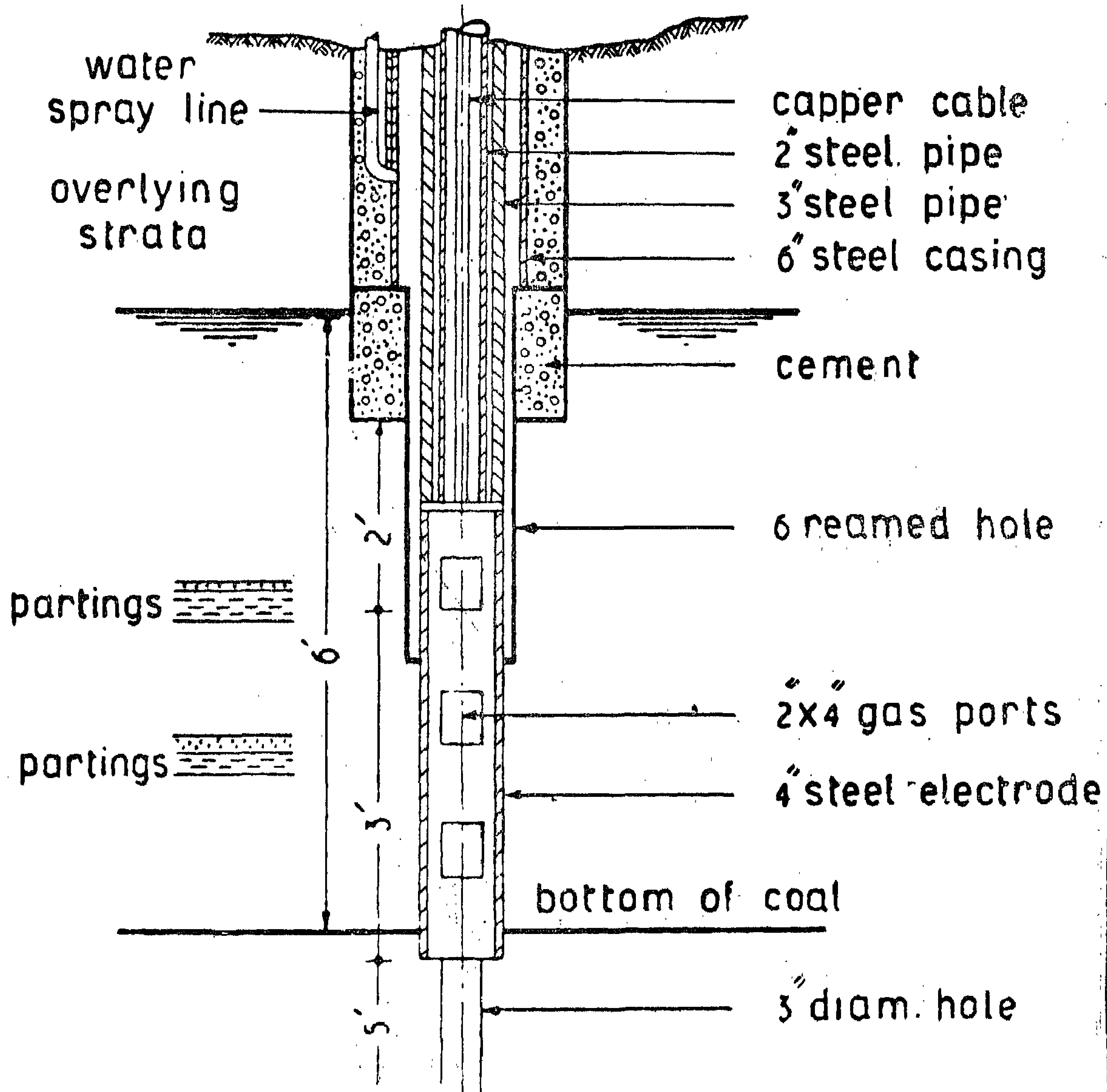
CONCLUSIONS

Coal proved to exist in Egypt, in several places some of which are close to the comforts of civilization such as El-Khatatba area in the Western Desert. Mining such coal by the conventional methods might prove to be uneconomical in addition to the great hazards and risks involved particularly in mining deep coals. This is especially true in case of the Egyptian coals because the country has no previous experience in this field (coal mining in Al-Maghara is still in its infant stage).

Yet, coal is of vital importance to Egypt as a developing country and this newly discovered wealth must be fully exploited. Thus underground gasification of the deep coal deposits is offered as a better substitute for the conventional mining methods. It was due to this technique that economic exploitation of deep-seated coal seams became feasible.

The exploitation of the Khatatba coal by the suggested method is expected to have a revolutionary effect on the economic and social


PROPOSED BOREHOLE DIMENSION
Fig. (4)
2.5'
235
surface
14"-diam. drill hole
150'
cement grout
10" diam. hole
2090'
1940'
4"-diam. pipe
2100'
coal bed
5'
shale
5'
electrode stem


PROPOSED ELECTRODE SPECIFICATIONS
Fig. (3)
water spray line
overlying strata
capper cable
2" steel pipe
3" steel pipe
6" steel casing
cement
6 reamed hole
partings
partings
2"x4" gas ports
4" steel electrode
bottom of coal
3" diam. hole
2'
6'
3'
5'

central one (the arrangement is called the gasification pattern). Borehole records should contain the average injection pressure and the initial and final flow rates.

Gasification Technique [8,9,10,11]

The technique proposed to gasify each coal block is divided into two phases :

a) Path preparation phase :

The purpose of this phase is to prepare a channel, through the coal seam, suitable for the passage of the gasmaking fluid which is air in our case. The reaction of the coal with air results in the production of useful gaseous products. The channel obtained will constitute a low resistance electric path between electrodes

b) Electro-carbonization phase [10]

After establishing a path permeable to gas-making fluids, an electric current is passed between electrodes to carbonize the coal. Due to the fact that air contains about 65% Nitrogen, the produced gas may have a low heating value. Thus, for better results, if the economics of the operation allows oxygen may be used or added to the injected air.

Design of Electrodes

Figs. (3,4) show the design and specifications proposed for the gasification electrodes and borehole dimensions.

Power consumed :

The required power for both linking and carbonization processes can be supplied by a pilot plant constructed in the area during the prospecting stage. The values for actual percentage of power used in the coal bed are calculated from the electric data obtained from tests by making the following assumptions:[18]

1. Electric current passes from one electrode, through the coal seam and the surrounding strata, to the other electrode.
2. The coal bed and the surrounding strata constitute parallel paths for the passage of current.
3. The resistance of the path through coal decreases as coal is coked and the resistance of the path through strata remains constant during electro-linking-carbonization process, hence, the following relation for the consumed power can be derived.

$$F = \left(1 - \frac{R}{r} \right)$$

where :

F = fraction of the actual power used in the coal bed.

R = combined resistanses of parallel paths

r = resistance of the path through strata.

5. EFFECT OF COAL DISCOVERY ON THE ECONOMY OF EGYPT

The development of iron and steel industry, the expansion of railway systems, and the increasing use of electric power and of artificial gas for industrial and domestic purposes, in brief all the factors which made for the expansion of the industrial system and for the growth of world economy acted to increase the demand for coal and to enhence its importance in the industrial economy.

The uses of coal are generally divided into industrial and domestic. The main function is to provide power. This is accomplished by burning the coal to raise steam for direct use, by applying the steam to the generation of electric current, by transforming raw coal or coke into gas, or by utilizing the surplus gases which result from the coke making process.

It is predominantly by means of power derived from coal that the plant and equipment of transportation, manufacturing, extraction, consumption and other industries, are kept running.

3. PENINSULA OF SINAI

Old researches, as mentioned before, were made in Sinai and reported the presence of coalbearing formations in several places. In 1905 coal was discovered in Abu-Tarifa (140 miles SE of Suez). More recent researches proved the presence of coal in east and west of Sinai. One-foot thick black carbonaceous shales containing coal were found in Wadi Gharandal. Three boreholes were drilled in Ain Mousa for the purpose of coal prospection. In the third borehole and at depths of about 180 mt. and 510 mt. coal seams 4 — foot thick were discovered. Preliminary analysis of core samples showed it to contain 85% fixed carbon and about 11% ashes.

Recently the coal found in El-Maghara area is being developed for mining. The coal-bearing series is known to extend for more than 20 km. along NW flank of Maghara dome. Drilling in the Melhi area adjacent to the Sofa block and toward its south west direction, has demonstrated the existence of a workable coal seam which extends for about 10 k.m. along the strike.**

4. ENGINEERING ASPECTS OF MINING EGYPTIAN COALS

The Previous section reveals that coal-bearing formations are present in different areas in Egypt. They are found in the form of deep seated beds as in Abu-Rawash, Borg El-Arab, El-Khatatba, or as beds outcroping at the surface as in Maghara, Owinat and Um Teyor.

The engineering aspects involved in mining coal seams at small depths are well developed and practiced in many areas all over the world. The principles are rather classical, although they may be modified to meet the specific requirements of the mining area. Mining operations being carried out at Maghara area may be an illustrative example.

On the contrary, many problems will rise in mining deep seated coal seams. These problems, such as rock pressure, rock bursts, mine gases and fires, in addition to the economic problems, led some investigators in Egypt to believe that mining of deep coals is rather uneconomical if not technically impossible. This idea many not be true, if one thinks of the South African, Indian and American deep mines.

Deep-mining technology is progressing rapidly, and new methods are substituting the traditional ones especially for coal. For example mining deep coal seams by gasifying the the coal in situ is one of the recent trends to avoid deep-mining problems. The run of mine will be in the form of gases and heat energy. Chemical industries may be established and electric power may be generated.

In the present work, the authers will apply the gasification technique to western desert coal with the aim of electric power generation, to supply the Delta, and establishing chemical industries using the gases produced. The area chosen is the Khatatba area being the nearest to the consuming centers and the comforts of civilization where water, food, machinary and other supplies can be obtained with minimum cost.

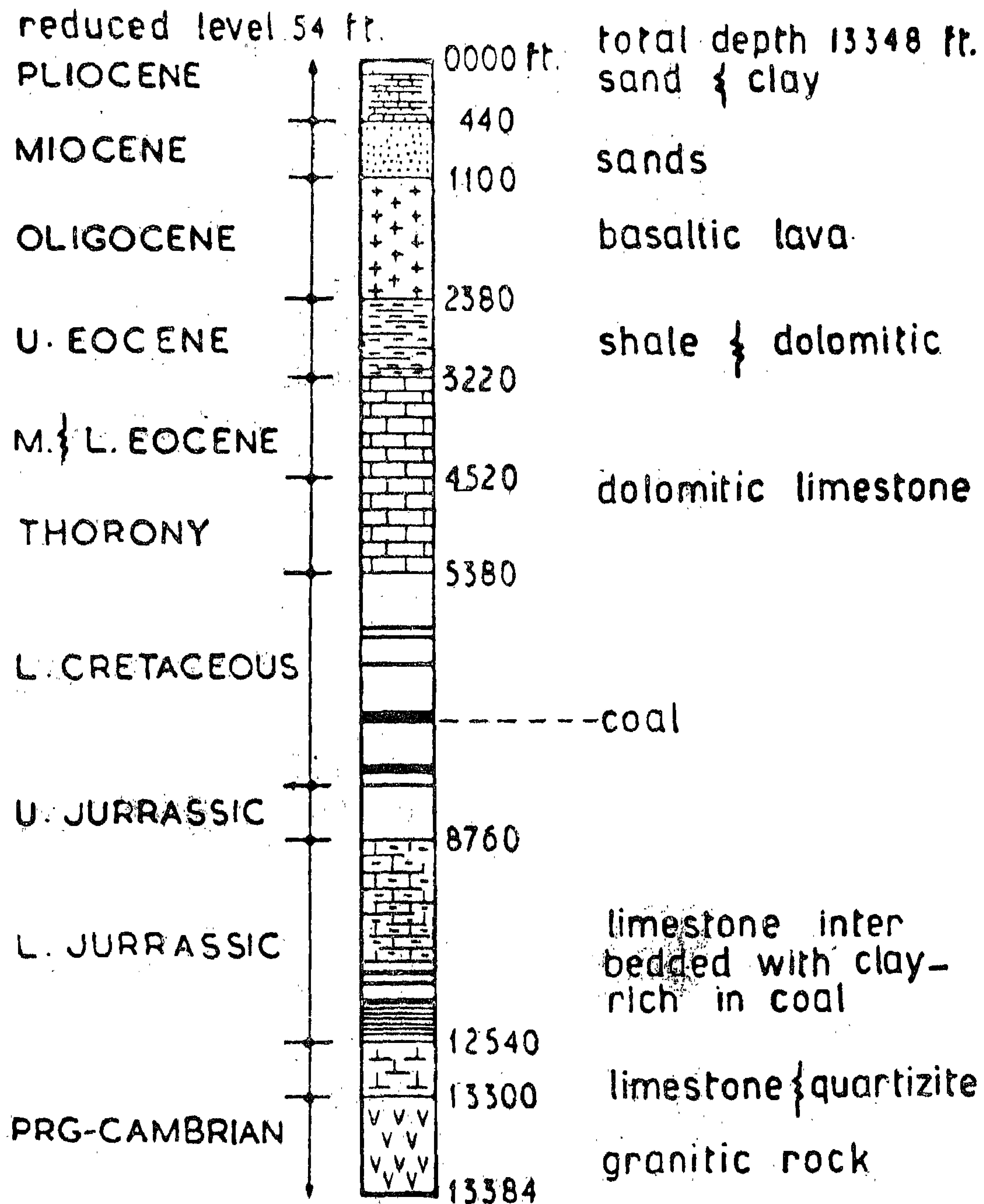
Only the engineering aspects will be emphasized, later on the authers will discuss the feasibility of the under ground gasification of the western deepseated coal treasures.

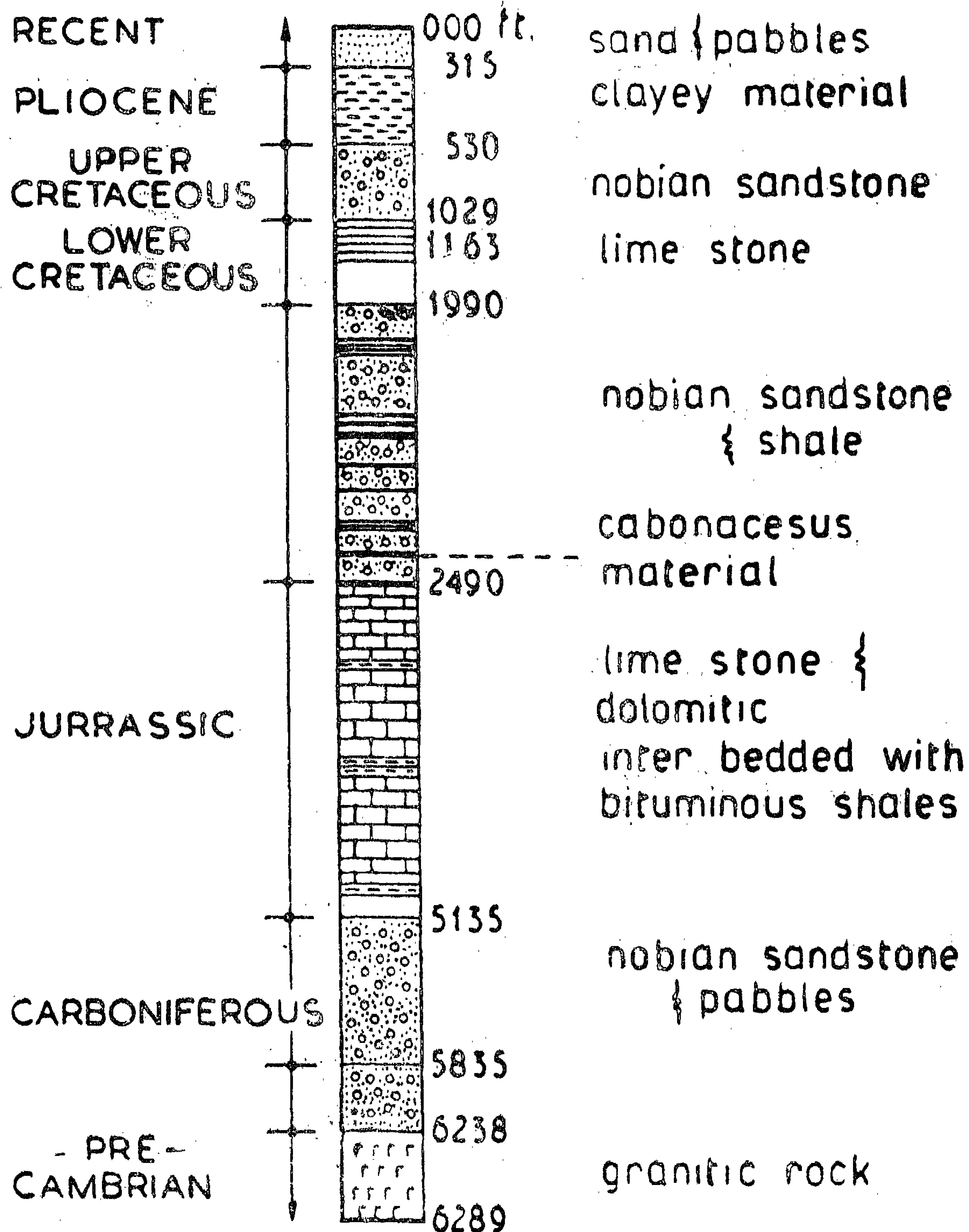
REQUIRED TESTS

Coal specimens from drilling cores should be tested to evaluate the electric properties applicable to the electro-linking - carbonization process.

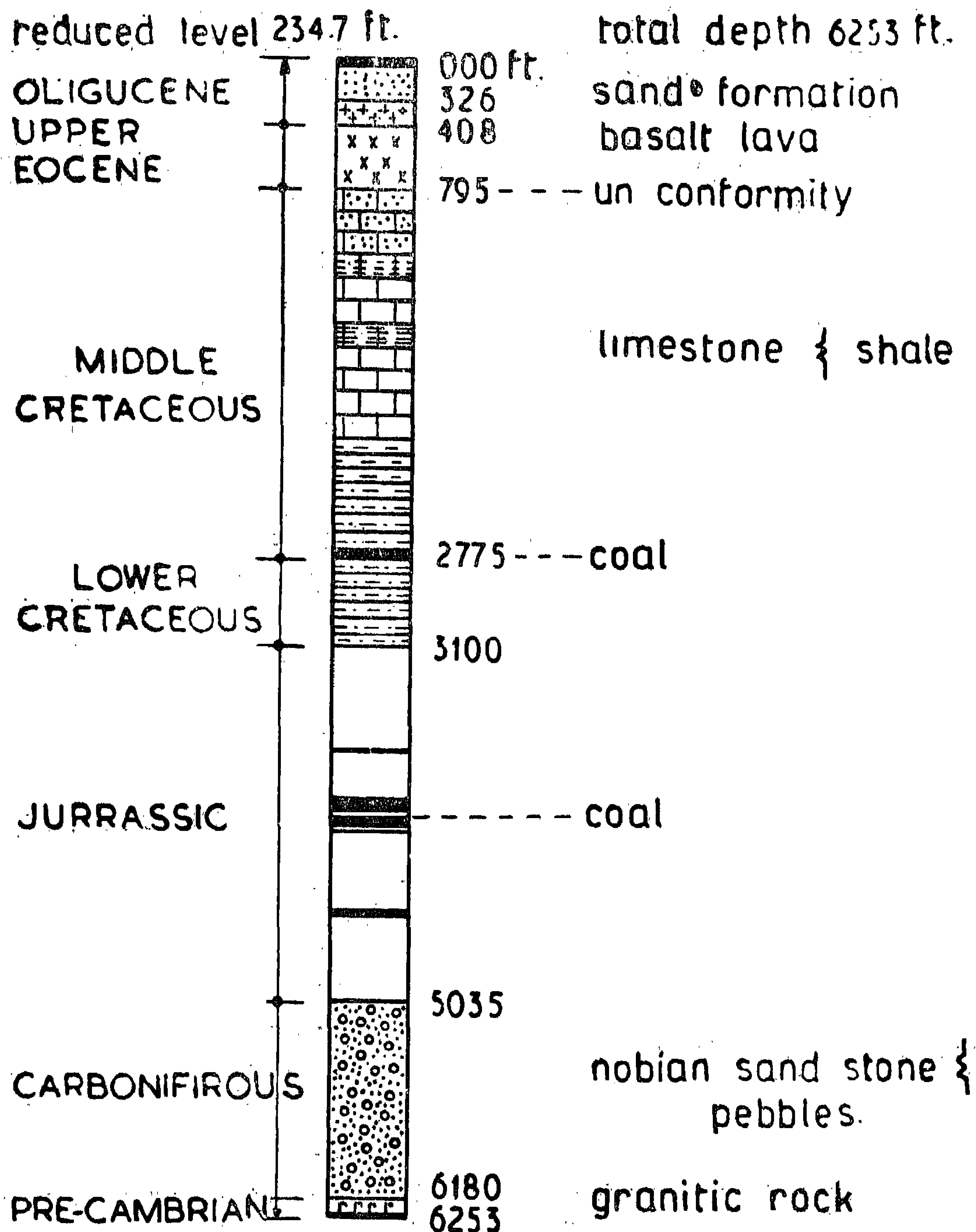
In order to dry the coal seam and determine its air acceptance and permeability along each path, compressed air is injected into four peripheral boreholes and withdrawn at the

** Ref. is being made to the Coal Project.


WADI EL NATRUN
Fig.(2)
reduced level 54 ft.
total depth 13348 ft.
PLIOCENE
0000 ft.
sand & clay
440
MIOCENE
sands
1100
OLIGOCENE
basaltic lava
2380
U. EOCENE
shale & dolomitic
3220
M. & L. EOCENE
4520
dolomitic limestone
THORONY
5380
L. CRETACEOUS
coal
U. JURRASSIC
8760
L. JURRASSIC
limestone inter bedded with clay-rich in coal
12540
limestone & quartizite
13300
PRG-CAMBRIAN
granitic rock
13384



ABO RAWASH
Fig (1)
RECENT
PLIOCENE
UPPER CRETACEOUS
LOWER CRETACEOUS
JURRASSIC
CARBONIFEROUS
- PRE - CAMBRIAN
000 ft.
315
530
1029
1163
1990
2490
5135
5835
6238
6289
sand { pabbles
clayey material
nobian sandstone
lime stone
nobian sandstone { shale
cabonacesus material
lime stone { dolomitic inter bedded with bituminous shales
nobian sandstone { pabbles
granitic rock


EL KHATATBA
Fig.(1)
reduced level 234.7 ft.
total depth 6253 ft.
000 ft.
OLIGUCENE
326
sand formation
UPPER EOCENE
408
basalt lava
795 - - - un conformity
MIDDLE CRETACEOUS
limestone & shale
2775 - - - coal
LOWER CRETACEOUS
3100
JURRASSIC
- - - - - - coal
5035
CARBONIFIROUS
nobian sand stone & pebbles.
6180
PRE-CAMBRIAN
6253
granitic rock

to be formed in case of relative calmness of the crust and when the surface reaches the lowest level for denudation.

The presence of the oolitic belt in Aswan area necessitates the presence of sand bars and the denudation in this case is restricted to the possibility of dissolving by the slow moving solutions. The deposits of this age (Upper Cretaccous) are expected to contain coal or at least carbonaceous matters. Also the Jurassic deposits found in Suez are sandy deposits and those found in Almaghara are dolomitic deposits denoting the presence of closed seas and important shore deposits containing carbonaceous matters or plant remains, i.e. the deposits of this age whether sandy they are or shore deposits contain such carbonaceous matters. The discovery of coal in Ain Mousa puts this area within the Jurassic framework boundary inside which the formation of coal takes place in Egypt.

The coal discovered in Wadi El-Natrun, Abu Rawash, and El-Khatatba shows that these are another points in the frame or frames of the lagoons which were suitable for such deposits to take place.

The southern part of Egypt is worthy to be noticed in the light of this theory where the frame work is suitable for iron formations which necessitates the presence of rivers and iron-bearing solutions in closed or semiclosed places, that is to say, lagoonal conditions in which there may be some possibility for the presence of coal formations around it.

III : LOCATIONS OF COAL IN EGYPT

Recent field investigations whether for oil or underground water proved the presence of coal bearing formations in the following areas :

1. Western Desert.
2. Upper Egypt.
3. Peninsula of Sinai.

The following is a brief summary and discussion of the results obtained from these areas :—

1. WESTERN DESERT :

The results obtained from the wells drilled mainly for oil prospecting showed that there are three types of carbonaceous formations containing thin coal as bituminous, lignite, or plant remains.

The quantity of coal becomes better as the formation gets older and the overburden pressure gets higher. Figs. (1,2) show some of the borehole logs drilled in Western Desert illustrating the depths of coal bearing formations. It should be mentioned here that the presence of low grade coal does not mean the absence of high grade quality in the same geological age or formation. The quality of coal depends on many factors such as the pressure, temperature and degree of contamination.

2. UPPER EGYPT

Investigations for coal in Upper Egypt proved, as mentioned in the previous chapter, that coal beds lie in a constant bed level with known thicknesses.

It may be deduced from the gulf theory that Upper Egypt is a suitable place for coal formations, but the pits dug there were not sufficient and were rather shallow. The discovery of carboniferous plant remains in Owinat* enhance the start of a serious program for coal prospecting.

* Private communication with Professor M. Ibrahim.

Since the formation of the Nile Valley with the modification of its feeders are believed to be related to the late Miocene, thus all the drainages that had left marks on the west bank of the Nile in the form of drived material from the east should be attributed to the old drainage systems which continued their courses celst of the Nile before the Miocene trenching of its path.

When the deep trenches of the Nile and Suez Gulf were formed the old terraces had been reworked by the young drainage systems which developed toward the newly formed depressions.

This fact should give the conclusion that any river could be connected with feeding tributaries at several intervals along its courses. In case of the river Nile, these drifts had been very active in the past but went dry at the present.

The Theory seeing reasonable if we kept in mind that the Egyptian deserts were in the past forests full of plants and vegetation. Accordingly we must expect variation in the thickness of the coal mass as the deposition is according to the sorting of sediments with the favourable oscillations in between the rate of sinking and the rate of filling.

Finally if the drift theory holds good, we have to expect coal seams to be found in the Delta of the River Nile which is a matter of doubt until now as no boreholes were dug in this area although some carbonaceous matters of very low grade were found in the Delta deposits belonging to the Recent and the Pleistocene ages.

II.—4 THE IN-SITU THEORY

The theory states that the land became submerged at intervals and the underclays of coal seams formed the beds on which the plants originally grew in their places then were occupied by seams.

According to this theory, coal seams could spread over large areas with uniformity in thickness and the strata above and below the seam would be similar over large areas. Again trunks of the trees may be found firmly embedded in the underclay and found erected with their upper portion in roof completely and exactly as they grew.

Generally such deposits in-situ may contain amber or fossil resin which in turn may contain fossil insects. Amber had been actually recorded in Egyptian coal as in Wadi El-Natrun Jurassic coal and in Ain Mousa which is also a Jurassic coal.

Moreover, the authers would like to mention that in favour of this theory is the difference in thickness between coal deposition belonging to the Upper Cretaceous age and the usual estimated thickness of that age in Egypt (about 200 mt). This fact shows the presence of unconformities or rise and fall in the base of the deposition which lead to the formation of suitable frame work for coal presence in the basin.

However, the coal seams deposited in clayey beds which were found in the Oases of the Western Desert and the presence of fossil leaves among the N.S.S. in Aswan show that the carbonaceous matters were transported and deposited in these beds. It is up to the future invistigations to trace their origin which could lead to coal deposits in-situ further south.

II.—5 THE LACUSTRINE THEORY

The Theory states that it is possible that the vegetation sprang up and progressed on the borders of lakes into which they were finally swept after-wards by any agent. The following facts show that this theory seems to be applicable in the case of the Egyptian coal formations.

Coal deposits are expected where the geological conditions had drawn the suitable framework for such deposition. No such evidence for its presence than the proved features of the Cretaceous belt which is known

gives the suitable framework for coal formations.

The presence of coal in the Jurassic framework has been proved by drilling in Ain Mousa, Abu-Rawash, El-Khatatba and Wadi El-Natrun

II.3 THE DRIFT THEORY

Some times areas of coal have been formed by organic matters drifted into deltas of large rivers. They are accumulations of drift wood taking place in laggons or internal drainage patterns for rivers. Although it is unlikely that they are necessary to become seams of coal, they assist in arriving at a conclusion with regard to the deposits of coal seams.

With time these great masses of wood will be covered by sand and mud and above it a soil may be formed rich in vegetation and finally a stratum of peat or lignite may be formed. In this way some coal areas composed of seams one above another were undoubtedly formed e.g. Luxor deposits as trunks in the Nile valley were formed whnt the drainage was as internal pattern.

As it was discovered by Ibrahim, M[6], Egypt had experienced in the past enormous flood planes which were of totally different sources from the present pattern. He claimed the presence of an old internal drainage system that drained the high lands before the big rifting of the Red Sea and the Nile trench.

These drainage patterns had been developed by the big rise or doming of the Regional arch suggested by Ibrahim, M[5], as evolutionary steps in the remote past. During the rise, in preparation for the big rifting movements, the drainage patterns had been developed accordingly to be modified by rifting operations that occurred in the Miocene age. Thus these old patterns must be older than the Miocene and were suggested to be of the Oligocene age, a time during which the greater part of Egypt consisted of a land mass which went under erosion before receiving the extensive drifts of sands and gravels.

The doming process on such a large scale was accompanied by minor adjustments which produced patterns of lines of weakness that in turn should develop into drainage systems. With the escape of the imprisoned magma from underneath, the detached crustal blocks began their subsidence and the crest of the dome structure started sinking down forming a series of depressions. Further sinking of the basin was accompanied by the turning up of the lips rejuvinating the feeding streams which were able to carry plenty of the coarse material to the depression.

The basins were collecting drainage water as shown by the alteration of fresh and altered basalt and by the alteration of basalt overflows with sand deposits.

In the northern part of the country, the active drainage patterns were born after the rising of the land mass which was accompanied by the wide extension of the Tibet ice sheets. With the newly elevated land mass of Abbyssinia and the retreat of the ice sheets in the Tibet, the heavy rain changed its position from the North to the South.

The old drainage courses with generous supply of water from the high land mass fed the extensive sheets of flood plaines of the Oligocene now covered with sands, gravels, and silicified trunks in the northern part and the newly discovered Oligocene south west of Aswan.

The drainage of the Eastern Desert and Sinai land mass in the Oligocene gave as main drainage lines, Wadi Araba rivers, Wadi Qena rivers and others. When there were no river trench, they extended to the Western Desert. The present drainage picture is more or less represented by Wadi Hof, Wadi Tarfa, Waadi Asyout, Wadi Qena, Wadi Nasib and others which lie in the Eastern Desert, according to Ibrahim, M.[6].

As a part of this investigation, a sample of graphite supplied by M. Ibrahim and studied by S. Ansary and A. Osman at Cairo University, proved the presence of traces of life indicating lower cretaceous age. This result led Ibrahim and his group [5] to claim that these graphite schists extending in the Eastern Desert are a representation of the carbonaceous formation which overlies the Breccia Verdy formations, and were metamorphosed into schist as a result of the evolution of the regional arch which prepared for the Red Sea grabin. Moreover, they found that the graphite schists show a low degree of metamorphism as the quartz grains had not been fused, so they suffered more pressure than heat which changed them to graphitoid schists and not true graphites, i.e. schists having carbonaceous material lightly metamorphosed. Most important is the discovery of the relative age of these graphitoid schists which had been proved of a lower cretaceous age and not, as had been previously considered, precambrian.

According to Ibrahim M., the Presence of these formations on the eastern side of the gulf makes it possible to follow the gulf itself to the south in Sudan and toward the west to Owinat.

It is proved that the carboniferous formations are represented in Owinat including andesites or volcanic ash naturally of the same age. Also the presence of volcanic ash and andesites intercalated with Breccia Verdy makes it most probable to claim that the gulf during the carboniferous period had been the site of volcanic activity of the shore line type or island Area.

The shore lines of the ancient seas were first drawn by Ibrahim, M., by connecting the two locations of the red conglomerate at Qussier and Safaga, and by connecting the conglomerate discovered on the road Quift-Qussier with that found on the road Idfu-Marsa Alam. The sequence of those connections lead to the presence of shores parallel to the first shore.

These shores represent periods before carboniferous or more they represent high lands bordering the seas. Thus the continent surrounded the gulf from the east and south and the direction of precipitation was considered to be from east to west and south to north according to the drainage valleys. The regional dip will follow the natural dip of precipitation, so it is possible to consider Breccia Verdy in Hammamat, Wadi Miah, Sheikh Shazly and near Ras Banas as one shore of the same period — permo carboniferous.

The introduction of the gulf Theory clarified the need of re-studying the geology of Egypt and consequently the mineral resources. One of the main results proved true by field drilling is the presence of coal treasures in Egypt. All studies before the introduction of the theory concluded that Egypt is not the land for coal.

Thus, the gulf theory proved the presence of coal. This proof is supported by the following :

a) The cretaceous belt which gave shore deposits or sand shores surrounding the gulf in Egypt, must in places attain equilibrium between the rate of sinking and the rate of filling suitable for the growth and accumulation of plant remains. This steady state would form the lakes and lagoons that help the growth of Vegetation.

b) The Jurassic formations present in the Suez Gulf-extending in it but composed of Sandy and dolomitic formations-indicate the presence of shore formations. Again these circumstances could favor the accumulation of plant residue and carbonaceous materials.

It is of great interest to mention that the thickness of Jurassic formations in Suez Gulf is less than the assumed thickness of the formations of that period (200 mt. approximately). This fact indicates the presence of unconformity in the base of precipitation and

sea which is represented by Upper Egypt. As a conclusion, Hume and his school claimed that there is no possibility for coal formation in Egypt.

The theory, although still supported by many of the geologists, can be proved unreliable, according to Ibrahim, M.[5,7], for the following reasons :

a) It has never been found on the earth's surface a granitic continent except in the beginning of the earth when there was no life. At the same time the first sedimentary rocks were formed having no traces of life, thus it is hardly believable that a granitic continent was found in life periods.

b) For the subsidence of the granitic continent, it must be accompanied by sedimentation and not erosion from its surface. Moreover, for the subsidence of the earth's crust, the granitic layer must be thinned and get liable to be faulted. This action can not happen without the migration of the granite at depth which is not indicated by the theory. Besides, the N.S.S. is not a formation of one geological age but it had been formed during several geological horizons from pre-carboniferous to Cretaceous.

c) Another point which Ibrahim, M[5], and his school consider unfavourable for Hume's theory is that while he had imagined the granitic continent to be barren (without plants), he overlooked the heavy rains in connection with evolution by the Monsoons through a long geological history and paid no attention to the appearance of the Arthenotherium in Fayoum which was a forest animal.

d) According to those who support the granitic theory, a greater probability for coal accumulation of better quality and quantity is to be found in the nothern direction to places where small seams were found. In such case, the coal will be found at great depths. According to the theory the N.S.S. beds were deposited in the southern part mean while the clayey material with plants were deposited in the north.

II.2 THE GULF THEORY

From the long investigations carried out in the N.S.S. formations, it was found that these formations contain conglomerates having boulders and pebbles from another conglomerate accompanied by marine fossils. This result proves that the N.S.S. formation are shore formations that actually represent more than one period and it is not one formation as it was believed.

Ibrahim, M[5,6,7], based on this fact, stated that the formations of different periods extend in a large gulf found in Egypt and Sudan. It extends also, from Owinat in the west to a series of conglomerates known as Breccia Verdy in the Eastern Desert. These conglomerates extend from Gabal Dukhan series to Hammamat well midway between Quift-Qussier, and continue southward to Wadi Miah, Sheikh Shazly and Ras Banas. All the conglomerates are interbedded with andesites which had been well known in the Owinat area among carboniferous formation. Ibrahim M. discovered glacial pebbles among the Breccia Verdi, and referred its age to the permo carboniferous glaciation. The efforts to limit the shores of the gulf have been continued by Ibrahim and associates. They followed the origin of these conglomerates and discovered that it was glacial tillites on the border of the high land and the mountain series of Gondowana continent with its well known glaciation along the tropical region, and which has ascended during the carboniferous period. The glaciers in the southern direction gave Dwica conglomerate in Transvaal which is of a great similarity to the Egyptian conglomerate and Breccia Verdy series.

narrow seams or lenticles which burn with a long bituminous flame.

Fifty miles S.W. Cairo is the Qasr El-Saga series. According to Beadnell [2,3] these beds were deposited in fairly shallow water. The Clays were found to abound with impressions of plants and in some cases were highly lignitic being made up of compressed masses of vegetation. Some bands of impure brown coal and in certain beds of the series, farther to the west, very thin seams of true coal occur.

Boring in the N. S. S. areas also revealed the presence of lignite. One of them being in the N.W. of Kharga Oasis at Ain Yas'n in the Western Desert.

Very interesting occurrences were also reported from both West and East Sinai most notable of which being seams of bituminous shale with seams of coal up to two inches thick as reported by Linton, S. [1], and in Wadi Gharandal, one foot thick beds of black carbonaceous shales containing coal were also found.

During World War I, the great need for coal urged the Geological Survey Department to cary on further prospecting work. Some shallow pits were dug which led to the same previous results that the discovered coal is of a law grade and can not be economically exploited.

Ibrahim, M.M. as a member of the National Council of Production in 1953 reviewed the search for coal in Egypt and asked the Mines Department to reconsider the presence of coal in the country. The Department being under the old impression gave the same answer that coal is not present in Egypt. The council being not convinced with such a negative reply continued the search for coal under the supervision of M.M. Ibrahim, who reported the discovery of cretaceous coal deposits that had been metamorphosed into grafitoid schists in the Eastern desert and introduced his Gulf Theory for sedimentaéy formations in Egypt.

Few years ago, coal was discovered in numerous places in the desert and with quantities which showed th possibility of its profitable exploitation.

II: THEORIES PERTAINING TO COAL PRESENCE IN EGYPT

Coal is of vital importance as a fuel, to provide power, and in iron and steel industry. Egypt, having started its iron industry after the exploitation of Aswan iron ore, a greater need for domestic coal arose and looking seriously for coal seams within the Egyptian boundary was payed great attention.

Hence, a scientific struggle took place concerning the presence of coal in Egypt. Many theories were introduced emphasizing the presence or the absence of economic deposits of coal. The judging factor was the testing pits which were dug in the promissing places and the samples obtained were examined carefully to announce the presence of coal in the Egyptian land.

In the following chapter the theories pertaining to coal presence or absence in Egypt are summarized and critically reviewed.

II.1 GRANITIC CONTINENT THEORY :

The theory was first introduced by Hume, W. [4]. It states that there was an ancient continent made of granitic rock which was descending gradually and disappeared under the sea level, while being invaded from the North. The subsidence of the granitic continent exposed it to erosion agents. The sand resulting from this action formed the Nubian Sand Stone (N.S.S.) formations. Some petrified trees and traces of tree leaves, also some marine animals were found in the N.S.S. beds.

The heavy sand grains were deposited near the shores and formed N.S.S. beds in Sudan and in the meantime the light grains of clayey materials accompanied by leaves and some small plants precipitated at the bottom of the

UNDERGROUND GASIFICATION OF EGYPTIAN DEEP SEATED COALS

by

HASSAN F. IMAM, Ph.D.
Lecturer, College of Engineering,
Cairo University

and

FAROUK M. FAWZI, Ph.D.
Lecturer, College of Engineering,
Al-Azhar University

I: HISTORICAL BACKGROUND

Research for coal in Egypt began at the time of Mohamed Ali in 1844. The presence of trunks of silicifies trees in the petrified forest (east of Cairo) probably led him to look for coal in that direction. A borehole was made at Bir El-Fahm under Figari Bey's direction of which unfortunately no records have been retained.

At that time also, pits were dug near Idfo, (in upper Egypt) and thin seams of bituminous coal were found with some carbonized plant remains at depths of 160 and 220 ft, but they were of no economic importance.

The work was continued in the period 1903-1905 where coal was discovered in Abu Tarifa in Wadi Zalaka (29.5 N, 34.9 E), 140 miles SE of Suez, but no fruitful results were obtained. In 1906, some coal seams were found, in the well made by the Mining Department 45 miles East of Idfo (Abo Rahal). The discovered coal was 10 in. thick at a depth of 130 ft., 7.0 inch. thi,k at 140 ft. of depth. anx 6' 8" thick at a depth of 300 ft.

Ferrar [1,3] gave the following note that indicates why the Idfo area has aroused special interest in this connection. He wrote " While studying the subsoil water in Upper Egypt in 1907-1908, my work took me to Idfo where I heared of a well from which coal has been obtained. Some difficulties were experienced in persuading the inhabitants to show me this well. The well was 14 mt. deep and specimens brought from this depth show the presence of black carbonaceous Nubian Sand stone (N.S.S.) which is said to have been utilized as fuel by a local blacksmith. It is probably the presence of alleged combustible matter in this well which directed the attention of the early bearers for coal to the Idfo district".

Researches, thus, continued in this area. Near Zabara (5 miles East of Idfo) at depths of 120 to 270 ft., bed of shales and limestones were found to contain 5-seams of coal, the thickness of the deepest seam was about 6 ft. out of which one foot was of good quality. Coal deposits were thus pursued from west of Idfo to the Red Sea coast across the Eastern Desert and more deposits were found in Wadi Araba.

John, W. [2,3], Inspector General of Mines, in a report of the Department of Mines, gave a description of a bore made by the department of mines at Abo Rahal, 45 miles East of Idfo. The total depth of the bore was 71.3 mt. (247 ft). Clays and sandstone followed by hard limestone or calcareous sandstone bands were passed through down to 43.0 mt. At this level, below fine grained sandstone with pyrites and containing a few leaves and plant remains, there was a bituminous seam 27 cm. thick, followed by another. (at a depth of 47.0 mt.) seventeen cm. thick. Clays, chert bands, and argillaceous sandstone separated the two seams. Then finally at a deph of 56.4 mt another bituminous seam was recorded as 2.0 mt. thick followed by alternating banded sandstone and sandy marls.

According to John, all these seams contain appreciable quantities of bituminous coal in

The Transformer rating

As the secondary consists of 6 coils each of voltage $\frac{V_2}{\sqrt{3}}$ and cross section to carry I_2,

$$\therefore \text{ The rating of secondary } = 6 \frac{V_2}{\sqrt{3}} \times I_2$$

$$= \frac{6}{\sqrt{3}} \times \frac{v_D}{1.17} \times 0.59\, i_D = 1.735\ (v_D \times i_D) = 1.735\ W$$

$$\text{or } \frac{P_2}{W} = 1.735 \qquad \text{(Column, f.)}$$

The rating of primary winding $= 3\ V_1\ I_{1,ph}$

$$= 3\,\rho \times V_2 \times I_{1,ph} = 3\,\rho\, \frac{v_D}{1.17} \times 0.48\, i_D = 1.23\ W$$

$$\text{or } \frac{P_1}{W} = 1.23 \qquad \text{(Column g)}$$

The transformer mean rating (Frame size) is therefore,

$$\frac{P_{av}}{W} = \frac{(1.735 + 1.23)}{2} = 1.48 \qquad \text{(Column h)}$$

The data of the other columns can be easily seen from connection diagram and inspection of waveforms.

$$= \frac{\sqrt{2}\,V_2}{R} \sqrt{\frac{1}{2}\int_{30}^{150} \left(\frac{1}{2} - \frac{\cos 2\theta}{2}\right) d\theta} = \frac{\sqrt{2}\,V_2}{R} \sqrt{\left[\frac{1}{6} + \frac{\sqrt{3}}{8\pi}\right]}$$

$$\text{but } i_D = \frac{v_D}{R} = \frac{1.17\,V_2}{R}$$

$$\therefore I_r = \sqrt{2}\,\frac{i_D}{1.17}\sqrt{0.236} = 0.59\,i_D \qquad \therefore \frac{I_r}{i_D} = 0.59 \qquad \text{(column. b.)}$$

In this case, the seconrary phase current is the same as the branch current.

$$\therefore \frac{I_2}{i_D} = 0.59 \qquad \text{(Column C.)}$$

In this case of Fork connection, it is noted that the secondary voltage $= \sqrt{3} \times$ voltage per section of the interconnected phases.

$$\text{Transformer ratio} = \varrho = \frac{V_1}{V_2} = \frac{A}{\sqrt{3}\,Oa}$$

The primary current consists of two pulses of secondary current, each of max. value.

$= \frac{\sqrt{2}\,V_2}{\sqrt{3}\,\varrho R}$, which means that the RMS primary current is

$$I_{1,ph} = \sqrt{\frac{1}{\pi}\int \left[\frac{V_2\,V_2}{3\,RP}\sin\theta\right]^2 d\theta} = \frac{\sqrt{2}\,V_2}{\sqrt{3}\,R\varrho}\sqrt{\frac{1}{\pi}\int_{30}^{150}\left(1/2 - \frac{\cos 2\theta}{2}\right) d\theta}$$

$$= \frac{\sqrt{2}\,V_2}{\sqrt{3}\,R\varrho}\sqrt{\left[\frac{1}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4\pi}\right]} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}\,\varrho} \times \frac{i_D}{1.17}\sqrt{0.469} = 0.477\,\frac{i_D}{\varrho}$$

$$\therefore \frac{I_{1,ph}}{i_D} = 0.48 \qquad \text{(Column. d.)}$$

The line current waveform is obtained bysubtracting one phase current waveform from the next, as shown in Fig. 6.f., for line current I = Phase A — Phase C. The RMS value of this wave is obtained as follows :the positive portion consists of 2 pulses each of RMS value $\frac{I_2}{\sqrt{3}\,\varrho}$, and the negative portion of one pulse of RMS value $\frac{2\,I_2}{\sqrt{3}\,\varrho}$. Hence, the RMS value of their sum is

$$I_{1,L} = \sqrt{\frac{I_2^2}{3\,\varrho^2} + \frac{I_2^2}{3\,\varrho^2} + \frac{4\,I_2^2}{3\,\varrho^2}} = \frac{\sqrt{2}}{\varrho}\,I_2 = \frac{\sqrt{2}}{\varrho} \times 0.59\,i_D = \frac{0.83}{\varrho}\,i_D$$

$$\therefore \frac{I_{1,L}}{i_D} = 0.83 \qquad \text{(Column. e.)}$$

$W = V_D \cdot i_D$ = D.C. output in watts, P_1, P_2 = Transformer prim & sec. rating in VA, $P_{av} = \frac{P_1 + P_2}{2}$

n = number of branches carrying same current, x = correction factor for overlap

	Column	a	b,c		d,e	f,g,h	j,k	l,m	o,p	Waveforms	
IV	3-Phase, Star	1.17	0.59	$\frac{0.59}{\rho}$	1.5 1.5	0.33	No	0.9		0 π 2π	0 π 2π
			0.59	$\frac{0.83}{\rho}$	1.5	$\sqrt{3}$	Yes	1		0 π 2π	0 π 2π
V a,b	3-Phase, Fork a. Star prim. b. Delta Prim.	1.17	0.59	$\frac{0.48}{\rho}$	1.735 1.23	0.33	Yes	0.9		0 π 2π	0 π 2π 0 π 2π a as phase current
			0.59	a. $\frac{0.48}{\rho}$ b. $\frac{0.83}{\rho}$	1.48	$\sqrt{3}$	No	1		0 π 2π	0 π 2π b.
VI	6-phase, Star	1.35	0.41	$\frac{0.58}{\rho}$	1.81 1.28	0.17	No	1.5		0 π 2π	0 π 2π 0 π 2π
			0.41	$\frac{0.82}{\rho}$	1.55	2	No	1		0 π 2π	0 π 2π
VII a,b	5-phase, Double Star with Equaliser	1.17	0.294	$\frac{0.415}{\rho}$	1.5 1.06	0.17	Yes	0.5		0 π 2π 0 π 2π	0 π 2π 0 π 2π a. as phase current
			0.294	$\frac{0.712}{\rho}$	1.28 +0.1 for Equal.	2	No	1		2π Equaliser voltage	0 π 2π b.
VIII a,b	3-Phase, Bridge with star secondary	1.34	0.58	$\frac{0.82}{\rho}$	1.05 1.05	0.33	Yes	0.5		0 π 2π	0 π 2π 0 π 2π a. as phase current
			0.82	a. $\frac{0.82}{\rho}$ b. $\frac{1.42}{\rho}$	1.05	$\sqrt{3}$	No	2		0 π 2π	0 π 2π b.
IX a b	3.Phase, Bridge with Delta secondary	1.35	0.58	$\frac{0.47}{\rho}$	1.05 1.05	0.33	Yes	0.5		0 π 2π 0 π 2π	0 π 2π as above divided by ρ
			0.47 and 0.82 for Line	a. $\frac{0.47}{\rho}$ b. $\frac{0.82}{\rho}$	1.05	1	No	2		0 π 2π Sec. Line current	a. as prim. phase current 0 π 2π b.
	Column	a	b,c		d,e	f,g,h	j,k	l,m	o,p	Waveforms	

$\therefore$ C.S. of round wire $= \frac{10.2}{3} = 3.4$ Sq.mm,

Take round wire 2.2 mm. diam., i.e. area = 3.8 Sq. mm.; with r.cc. i.e. the overall diam is 2.55 Mm.

A connection diagram showing the main dimensions of design is shown in Fig. 5.

Primary
Round wire, d.c.c.
2.2 + 0.35 Mm.

Fig. 5.

REFERENCES

1. Lob, Paessler and Vogt : "Silicon diodes for automobiles", Siemens Review, Vol. XXXIII, January 1966.
2. Rissik, H. : "Mercury Arc Current Converters", book published by Pitman in 1947.
3. Kandil, S.A. : "Power Balance in Mercury Arc Rectifiers", Bulletin of Faculty of Engineering — Ain-Shams University, No. 1 — 1961/62.
4. Kandil, S.A. : "Power Balance of Semi-Conductor rectifiers in 3-phase Bridge connection", Bulletin of Faculty of Engineering — Ain-Shams University, No. 3 — 1965/66.
5. Jackson, S.P. : "Selection and Application of Metallic Rectifiers", book published by Mcgraw-Hill in 1957.
6. Kubler, E. : "Stromrichter", book in German, published by Tepbner Verlag in 1958.
7. Spenke, E. : "Leistungsgleichrichter auf Halbleiterbasis", ETZ-A, 79 Jahrgang — Heft 22, November 1958.
8. Several Siemens-Schuckert and English Electric Catalogues on Selenium and Silicon Rectifiers.

Example for reduction of Table II relations.
Case V.b. 3-Phase-Fork, with Delta Primary.

Consider Fig. 6, which shows the connection diagram and the deduction of voltage and current waveforms of this case.

From Fig. 6. b.

Average value of D.C. output voltage = average of shaded area :

$$v_D = \frac{2}{2\pi} \int_{30}^{150} \sqrt{2}\, V_2 \sin\theta \, d\theta = \frac{3}{\pi} \sin\frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{2}\, V_2 = 1.17\, V_2$$

$$\text{i.e. } \frac{v_D}{V_2} = 1.17 \qquad \text{(Column a.)}$$

From Fig. 6.c., RMS value of brancy current.

$$_r = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{30}^{150} \left[\frac{\sqrt{2}\, V_2 \sin\theta}{R}\right]^2 d\theta}$$

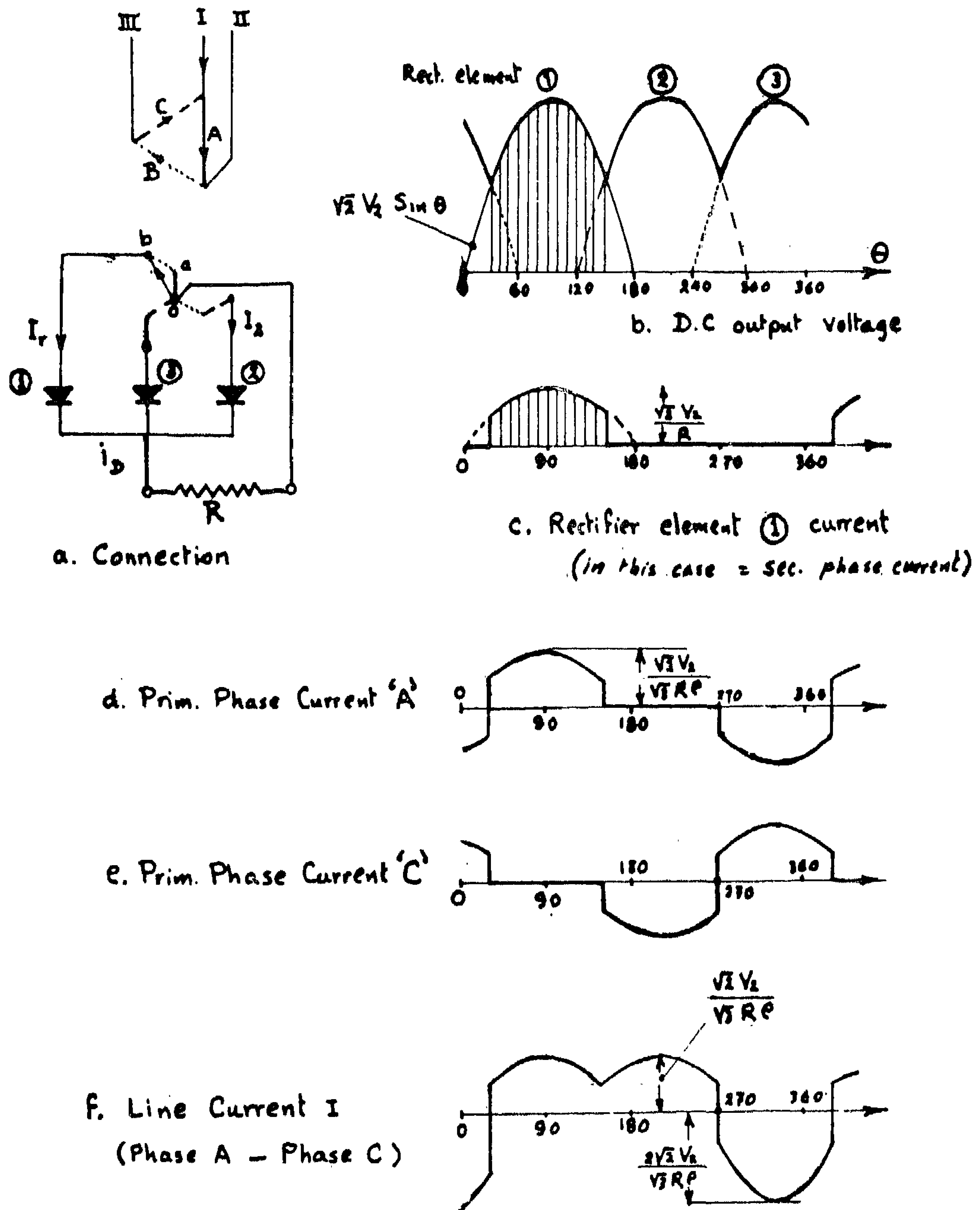


Fig. 6. 3 - Phase Fork, with Delta Primary Pure Resitance Load

Main Dimensions of Transformer

Transformer rating = 1.05 × W (Column h, Table III)

= 1.05 × 10 = 10.5 KVA.

Take frame size of 12 KVA, 3-phase, core type

Transformer
12 KVA

Copper losses W_{cu} estimated at

$$\frac{12000 \times 1.8}{100} \times \frac{1}{3} = 72 \text{ Watts/phase}$$

Impedance p.u. estimated at 0.03
Actual current density in Selenium element during conduction,

$$\frac{i_D}{\text{Effective area}} = \frac{91}{538} = 0.169$$

∴ Drop per element 'σ' = 0.85 Volts (From forward characteristic curve).

$$\therefore \; K = 1 + 0.5 \times 0.03 + \frac{2 \times 4 \times 0.85}{110} + \frac{72}{4000} = 1.095 \text{ (Line losses neglected).}$$

$$\because \; V_2 = \frac{110}{2.34} = 47 \text{ Volts.}$$

$$\therefore \; E_2 = 1.095 \times 47 = 51.5 \text{ Volts.}$$

E_t = Voltage/turn = $0.5 \sqrt{Q} = 0.5 \sqrt{12}$ = 1.72 Volts

E_t = 1.7 V

$$\because \; \text{Secondary turns} = \frac{51.5}{1.7} = 30 \text{ Turns.}$$

T_2 = 30 Turns

$$\text{Primary turns} = \frac{380}{1.7} = 221 \text{ Turns.}$$

T_1 = 221 Turns

$I_2 = 0.82 \, i_D$ (Column C Table III)
$= 0.82 \times 91 = 75$ Amp.

Taking current density of 3 Amp./Sq.mm.

∴ C.S. of secondary Winding = 25 Sq.mm.

From Siemens Transf. copper standards, take flat copper 10×2.6 mm, with 0.6 mm paper covering.

Secondary
Flat copper 10×2.6 mm.
+ 0.6 paper insul.

$$I_{1,ph} = \frac{0.82 \, i_D}{\varrho} = 75 \times \frac{30}{221} = 10.2 \text{ Amp.}$$

(6.2) EXAMPLE OF DESIGN

A 10 KW rectifier is to be designed to feed a small electro-plating plant at 110 D.C. Volts. The existing A.C. supply is 3-phase, 380 Volts, 50 c.p.s.

Since we have 3 phase supply, a medium power rectifier for electroplating load, then 6-ripple output is recommended i.e. a 3-phase bridge, with delta/star transformer i.e. connection VIII.b. s most suitable.

3-phase, Bridge

$$i_D = \frac{10000}{110} = 91 \text{ Amp.}$$

$$V_{rev} = \sqrt{3}\, V_2 = \sqrt{3} \times \frac{110 \times 1.05}{2.34}$$

$$V = 86 \text{ Volts.}$$

allowing about 5% as V.D. at F.L. With reference to Art. (3.3), with 86 Volts and 91 amperes, we see that Selenium rectifier would be most suitable.

Selenium

$$\because \frac{I_r}{D} = 0.33 \text{ (Column j of Table III).}$$

Design current per branch $= 0.33 \times 91$
$= 30$ A

Taking natural air-cooling, and ambient temp. of 45 °C, then a current density for selenium rectifier would be 0.06 Amp./cuSq.
(Table 1, states 0.07 Amp./cm. sq. at 35 °C)

$$\therefore \text{ Effective area of plate } = \frac{30}{0.06} = 500 \text{ cm.sq}$$

From a certain manufacturer's catalogue (Siemens-Schuckert), the nearest standard plate has the code PH 600, with effective area 538 Sq.Cm. and dimensioned 20 × 30 Cm.

Siemens
Plate PH 600
20 × 30 Cm.

Taking 25 r.m.s. Volts as inverse voltage/element.

∴ Number of elements per branch =

$$\frac{V_{rev}}{25} = \frac{86}{25} = 3.44 \text{ i.e. } 4$$

Elements/branch
4

Total number of plates = number of branches × 4 = 6 × 4 = 24

No. of Elements
24

x = connection factor for overlap, column 'O' of table II.

Z = impedance voltage drop p.u. of transformer, taken from transformer catalogue (or estimated).

n = number of branches carrying same current, column 'p' table II.

q = number of rectifier elements connected in series.

σ = voltage drop in one rectifier element.

W_{cu} = Copper losses of transformer at rated load in Watts.

W = D.C. output in watts.

W_L = Line losses (if transfere is far from rectifier).

The average power of transformer, upon which the frame size is selected, is taken from column 'h' of table II. We then design the transformer core, as in normal transformer design i.e. by chosing the voltage per turn and the suitable maximum flux-density. The primary and secondary currents are non-sinuscidal in rectifier circuits, and the choice of cross-section of winding is based on r.m.s. values, which are given in columns C, d, of table II.

The previous procedure of design is best demonstrated by an example.

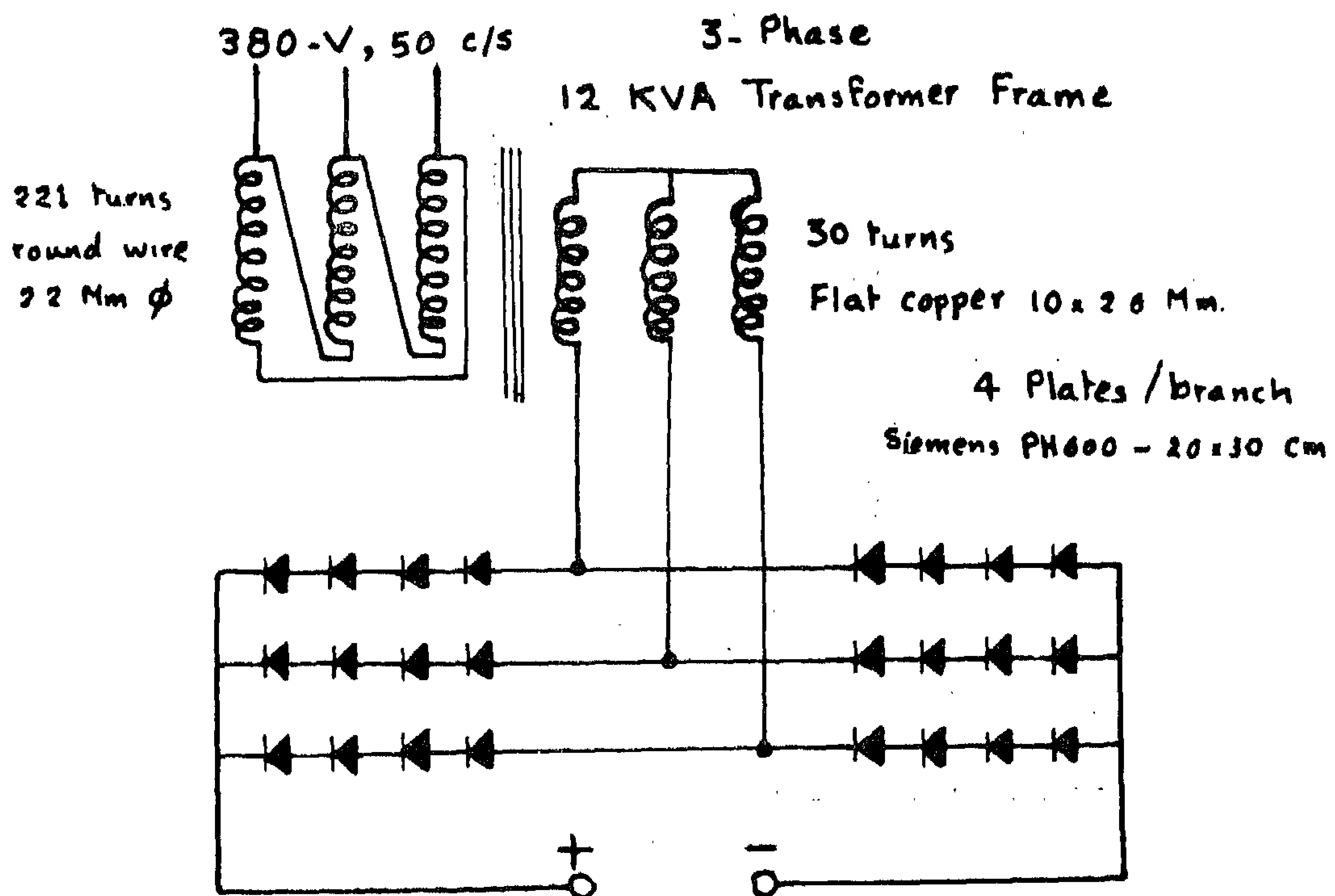


Fig. 5 Main dimensions of Selenium Rectifier

10 KW — 110 Volts

Table . II . Design Data for various Rectifier Circuits — Resistance Load .

No.	Column / Connection & Name	a	b, c	d, e	f, g, h	j, k	l, m	o, p	Waveforms: Output voltage / Rectifier current	Waveforms: Sec. Ph. Current / Prim. Ph. Current / Prim. Line current
		$\frac{V_D}{V_2}$	I_r/i_D ; I_2/i_D	$I_{1,ph}/i_D$; $I_{1,L}/i_D$	P_2/W ; P_1/W ; P_{av}/W	i_r/i_D ; V_{rm}/V_2	Star prim. permissible ; Static magnetisation	x ; n		
I	1-Phase, Half-Wave	0.45	1.57	$\frac{1.57}{e}$	3.49 / 3.49	1	—	1		
			1.57	—	3.49	1	Yes	1		
II	1-Phase, Centre-Tap	0.9	0.79	$\frac{1.11}{e}$	1.75 / 1 23	0.5	—	0 7		
			0.79	—	1.49	2	can be eleminated	1		—
III	1-Phase, Bridge	0.9	0.79	$\frac{1.11}{e}$	1.234 / 1.234	0.5	—	0.7		
			1.11	—	1 234	1	can be eleminated	2		—

V_D = Average value of D.C. output voltage , I_r = R.M.S of branch current , $I_{1,ph}$ = R.M.S prim. phase current
i_D = " " " " " current , I_2 = R.M.S of secondary phase current , $I_{1,L}$ = " " Line "

(6.1) DESIGN OF RECTIFIER STACK AND TRANSFORMER.

The designer is usually given the d.c. output voltage and current, type of load and the existing a.c. supply. He then selects the type of rectifier-element as discussed in article (3.3), decides upon the connection to give him the satisfactory waveforms as shown in table II. He then designs the rectifier stack i.e. finds the area of the element, then number of elements in series and in parallel, choses the cooling system......; table I, II will be found very helpfull.

The designer then proceeds to calculate the rectifier transformer. The ratio of $(\frac{V_D}{V_2})$ of column 'a' of table II assumes ideal conditions. The threshold voltage, the differential forward resistance of rectifier elements and transformer impedance are taken into consideration, by calculating the voltage drop factor 'K'.

$$K = 1 + x.\,Z + \frac{n.\,q.\sigma}{D} + \frac{W_{cu}}{W} + \frac{W_L}{W}$$

Table . I . Charactaristic Parameters of Semi-conductor Rectifier Ele...

Rectifier Element		Cu_2O	Se	Ge	Si
Inverse Voltage, r.m.s. Volts		6	25	110	390
Current loading of Element in Amp./Sq. Cm.	Natural air cooling	0.04	0.07	40	80
	Extra cooling means	0 14	0.2	100	200
Max. working Temperature °C		50	85	65	140
Aprox. theshold voltage 'U_{th}' Volts		0.2	0.5	0.4	0.7
Aprox. differential Resist. $r_{diff.}$ Ω/cm^2		1.8	1.2	0.004	0.001
Element Efficiency %		78	92	98.5	99.6
Relative space required for same output		30	15	3	1

(5.2) EFFECT OF TYPE OF LOAD ON *DESIGN OF RECTIFIER-STACK.*

The type of load has some effect on design of rectifier stack, specially is single-phase circuit arrangements. Normally, one designs the stack assuming pure resistance load, i.e. using the design information of table II.

If the load is highly inductive, one can make some small economy in dimensioning rectifieres for single-phase, fullwave. The figures that have appreciable changes are the following :

Case II : 1-phase, centre-tap.

$\frac{I_2}{i_D}$ becomes 0.71 instead of 0.79.

Case III : 1-phase, bridge.

$\frac{I_2}{i_D}$ becomes 1.0 instead of 1.11.

also P_1/W, P_2/W become 1.11 instead of 1.234.

If the load has a back E.M.F., then there are some appreciable changes in the data of table II, as follows :

Case I : 1-phase, Half wave.

$\frac{V_D}{V_2}$ becomes 1.19 instead of 0.45.

$\frac{I_2}{i_D}$ becomes 2.1 instead of 1.57.

$\frac{P_1}{W}, \frac{P_2}{W}$ become 1.78 instead of 3.49.

Case II : 1-phase, Centre-tap.

$\frac{V_D}{V_2}$ becomes 1.27 instead of 0.9.

$\frac{I_2}{i_D}$ becomes 1.1 instead of 0.79.

Case III : 1-phase, Bridge.

$\frac{V_D}{V_2}$ becomes 1.27 instead of 0.79.

$\frac{I_2}{i_D}$ becomes 1.57 instead of 1.11.

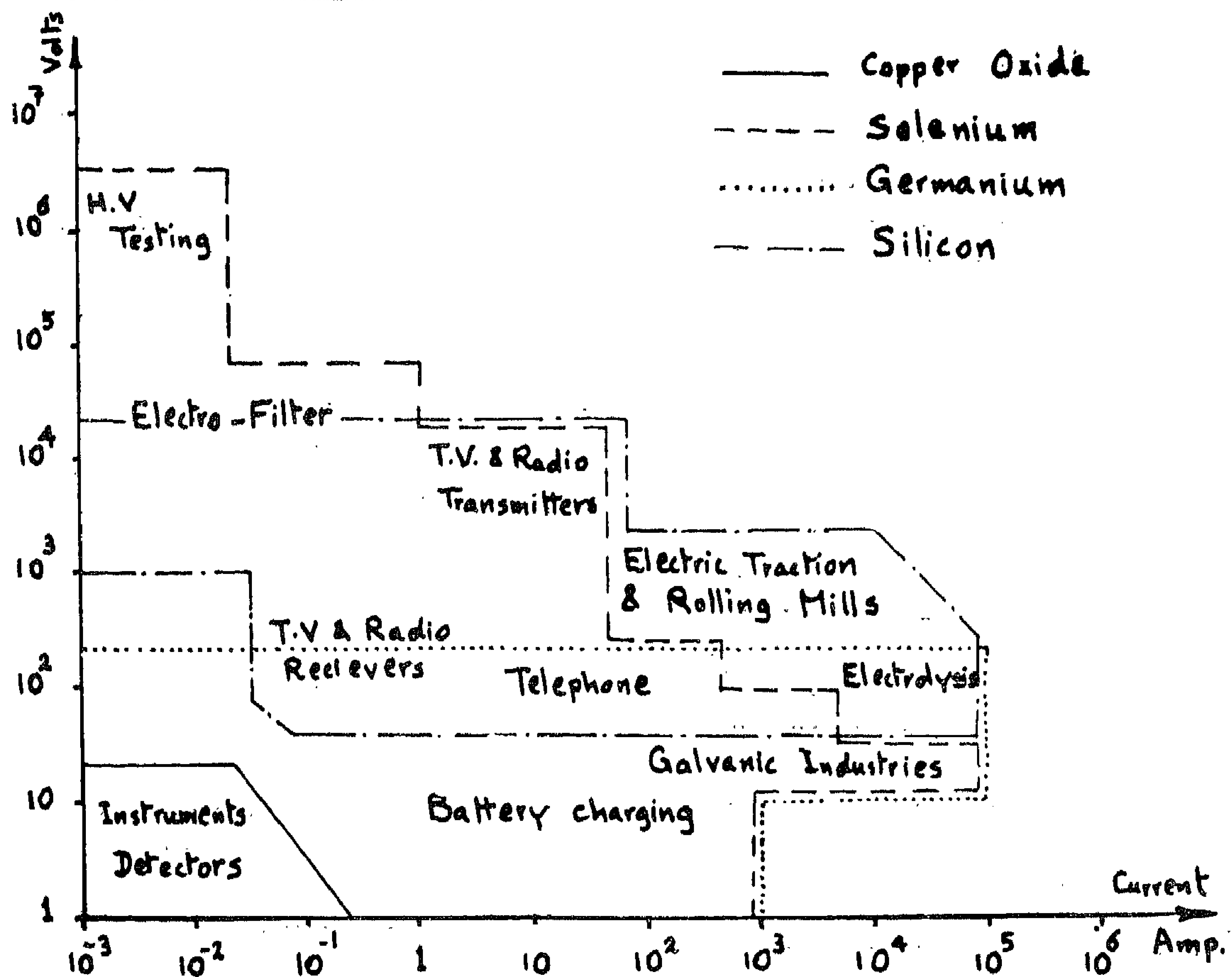


Fig. 3. Regions of Applications of Semi-conductor Rectifier Elements

(After reference 7).

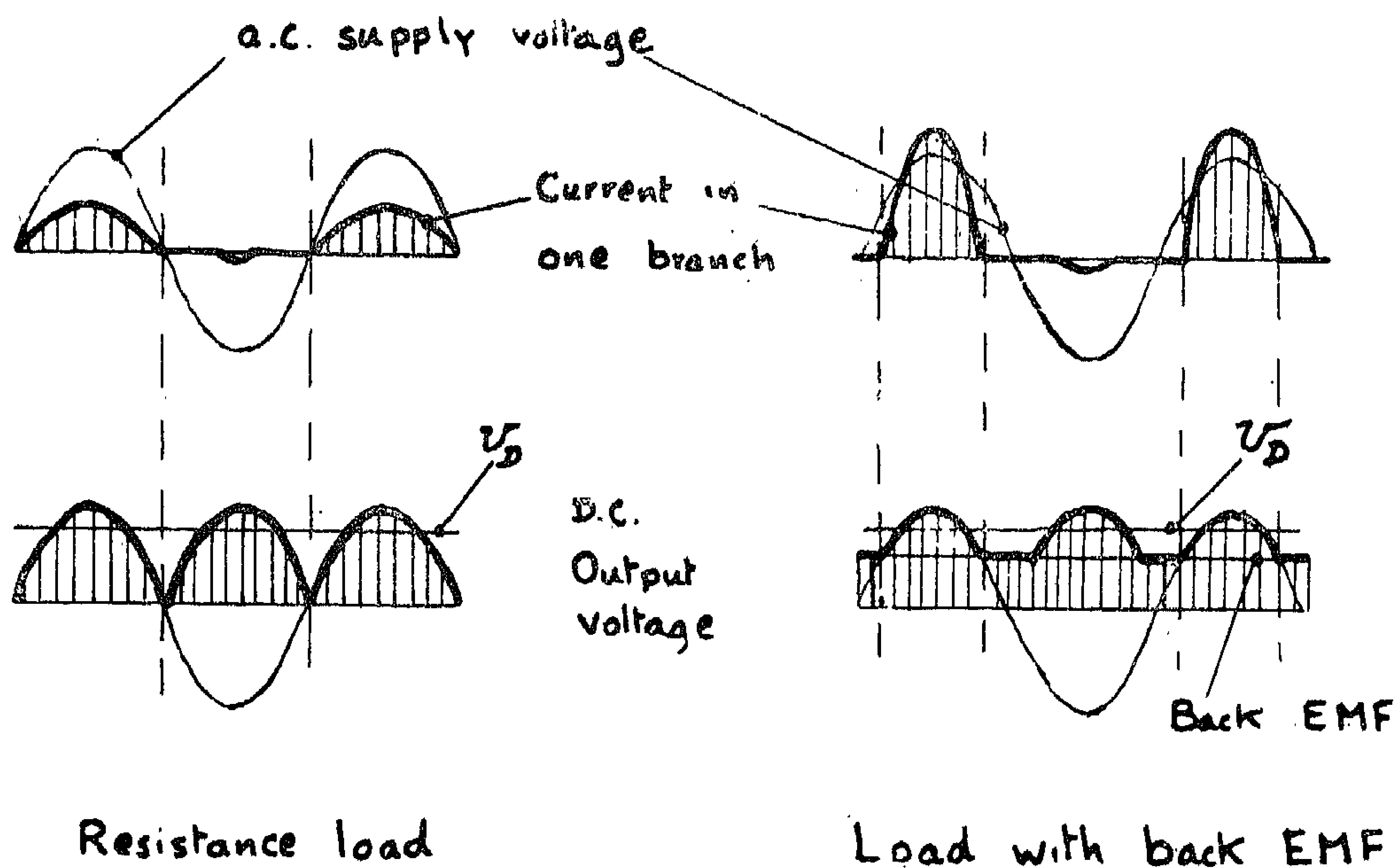


Fig. 4. Effect of load with back EMF on current and voltage wave forms. (Case of 1-phase, Full-wave Rect.)

Columns f, g, h deal with the transformer primary and secondary ratings. The ratings are expressed as a ratio of the d.c. output power 'W = V_D x I_D'. Theoretically speaking the d.c. output power, with pure resistance load, is the product of r.m.s. value of current waveform x r.m.s. value of voltage waveform', but practically speaking it is nearly V_D x I_D. Rectifier transformers are designed, not on the power, but on the product of r.m.s. voltage and r.m.s. current-which are quite different in circuits dealing with complex waveforms, even at unity power factor. When a transformer is designed, the turns and the copper section are calculated independantly. The turns depend on the maximum flux density permissible; and the copper section, on the r.m.s. current. The product of the two will be a guide to the frame size on which the transformer is built. Sometimes, the term utility factor of the transformer is used, which will be the reciprocal of column 'h'.

Column 'j' gives the current in the branch as per unit of the output current, which leads to the current rating of diode (or number of diodes in parallel in each branch). Column 'K' gives the reverse voltage per branch, which leads to the number of diodes in series per branch, if we know the maximum allowable reverse voltage per diode.

In rectifier circuits with 3-phase supply, it is not always possible to use a star primary. Delta connection is always possible since it permits each primary phase to take supply from the line without the current having to pass through the winding of the other two phases. This is not the case with star primary; and if no two secondary phases are simultaneously in operation, there are no corresponding secondary ampere-tuns on either of the other two secondary phases; hence star primary is not permissible. Hence, star primary is permissible, if the sum of the 3 primary phase currents is zero at any instant. This is given by column 'l' in the table. Column 'm' states whether static magnetisation of the transformer core exists or not.

(5.1) TYPES OF LOADS

The loads on rectifiers are classified as follows:

(A) *Passive or Impedance Loads:* having no back EMF and are divided into the following extreme cases :

(i) *Pure resistance load,* where the d.c. current waveform is an exact replica of the voltage one.

(ii) Highly inductive load, consisting of a pure resistance 'R' and a large smoothing industance in series. The current wave considered a straight line of height $= \left(\frac{\text{average voltage}}{R}\right)$.

(B) *Active load i.e. having back E.M.F.:* If a rectifier is charging a battery or feeding a d.c. motor then a back E.M.F. is present. A current can only flow when the rectified voltage exceeds the back E.M.F. This shortens the time duration of the current flow resulting in a higher peak and r.m.s. value of rectifier current for the same average, current, as can be seen from figure 4. The average value of the d.c. voltage for a load with back E.M.F. is higher than for an impedance load, provided the supply voltage is the same. A load containing a capacitor behaves similar to a load with back E.M.F.

Peak currents are permissible with semi-conductor rectifiers, provided the hot spot temperature does not exceed the safe working one. Surge currents and overloads (even for short time) are harmfull, specially with silicon and germanium rectifiers since they have no healing power.

(C) *Loading with D.C. Voltage,* sometimes conductor rectifiers are used to block a d.c. voltage, and in such case the reverse voltage per element should be reduced to about 0.6 of its value given in table I.

3.3 SELECTION OF TYPE-ELEMENT

The four semi-conductor rectifier elements find different applications in electrical power engineering, and the choice of a certain type depends upon: the voltage, current, type of load and naturally the price. Figure 3, shows the regions of applications of the four types, from which we can deduce the following ranges of applications :

Output Range	Order of preference of semi-cond. rectifier-type	Main Applications.
Lower voltage (1 to 15 Volts)	Cu. O	Measuring Instruments
Low current	Se	Detectors
Low Voltage (1 to 110 Volts)	Selenium	Battery charging
Medium Current (1 to 1000 Amps)	Germanium	Electro-plating
Medium voltage (100 to 700 Volts)	Silicon	Industrial D.C. Drives
Medium current (10 to 2000 Amps)	Germanium	Electric traction
Medium voltage (100 to 700 Volts)	Silicon	Chemical Industries
High current (1 to 100 Kilo-Amp.)		Electrolysis & Aluminium production.
High Voltage (700 to 5000 Volts)	Silicon	Electric traction
Medium current (10 to 1000 Amp.)	Germanium	Broadcasting Transmitters.
High Voltage (10 to 1000 KV)	Selenium	H.V. Testing
Low Current (0 to 1 Amp.)	Silicon	Electro-Filter

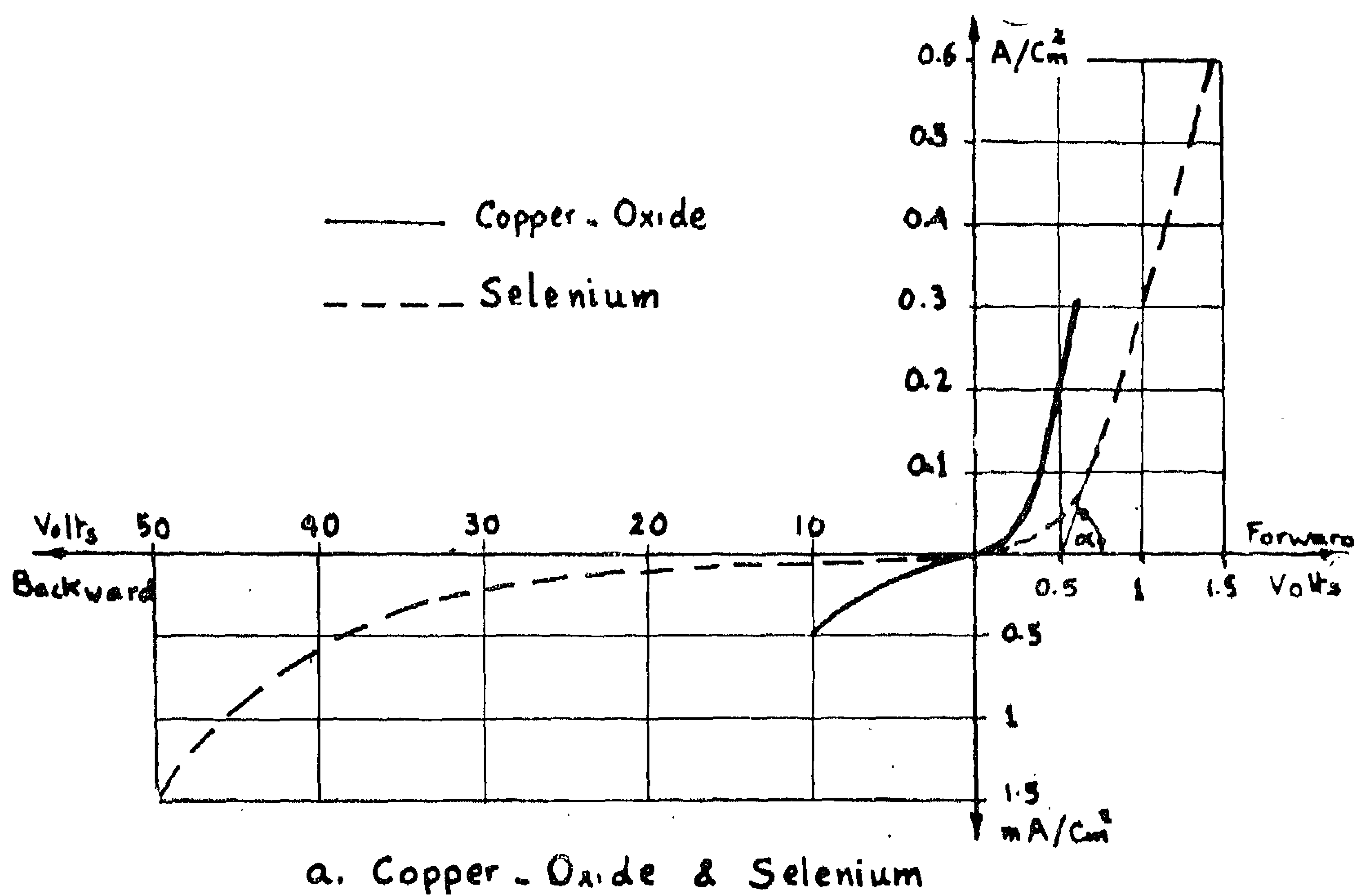
(4) RECTIFIER CIRCUITS AND CORRESPONDING VOLTAGE CURRENT AND POWER RELATIONS :

There are many circuits using semi-conductor rectifiers to convert A.C. into D.C. They start with 1-phase, half wave rectifier and goes up till 48-phase rectifier. Naturally, the larger the number of phases, the better is the output voltage waveform and the input current waveform. However, normally one uses up till 6-phase, with semi-conductor rectifiers. A 12-ripple output can be obtained simply by having two 6-phase rectifier stacks, fed from a transformer having one primary and two secondaries, one in star and the other in delta connection.

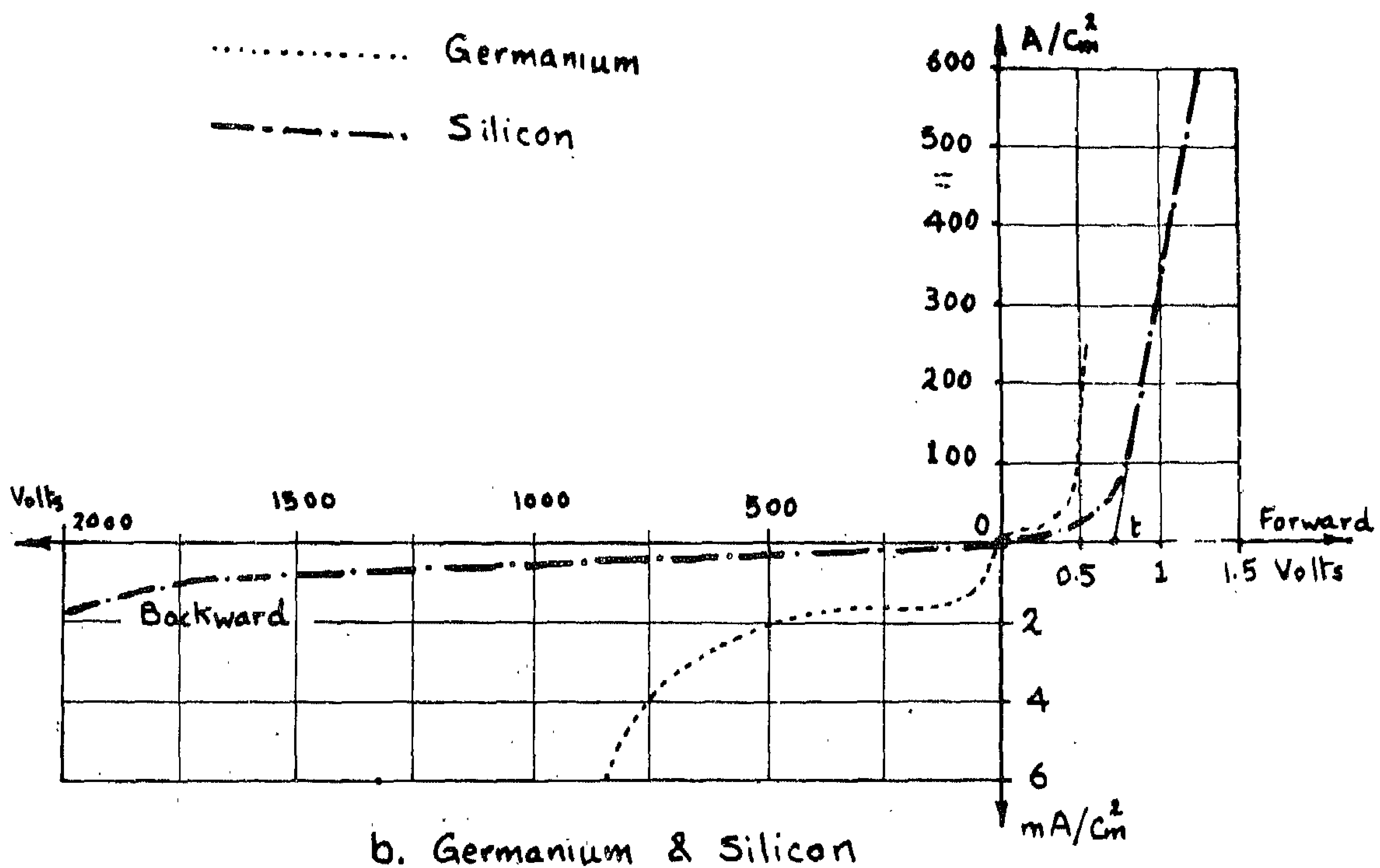
Table II, summarises the connections used in practice, their voltage, current and power relations. Also the waveforms at different points in the circuit are given. In academic papers, it is normal to give the Founier analysis and the percentage harmonics to study the goodness of the waveform. However, this is a paper meant for design engineers, and such people prefer to have a direct picture of the waveform. If the theoretical deduction of the table data or Fourier analysis is required, the reader is advised to see references 2, 3, 4, 5, 6. As example, the case of 3-phase bridge-with delta / star transformer (case VIII.b.), is analysed in detail in appendix 1.

(4.22 EXPLANATION OF DESIGN DATA TABLE

Columns a, b, c, d, e give the voltage and current relations, as ratios of transformer secondary phase voltage 'V_2', or of the average value of d.c. output current 'i_D'. The meaning of different symbols is given in the middle of table. The table assumes pure resistance load i.e. no smoothing. This is the worst condition, and design of stacks is normally made assuming such load.



a. Copper - Oxide & Selenium



b. Germanium & Silicon

Fig. 2. Characteristic Curves of the Four Semi-conductor Rectifier Elements

(After reference 7)

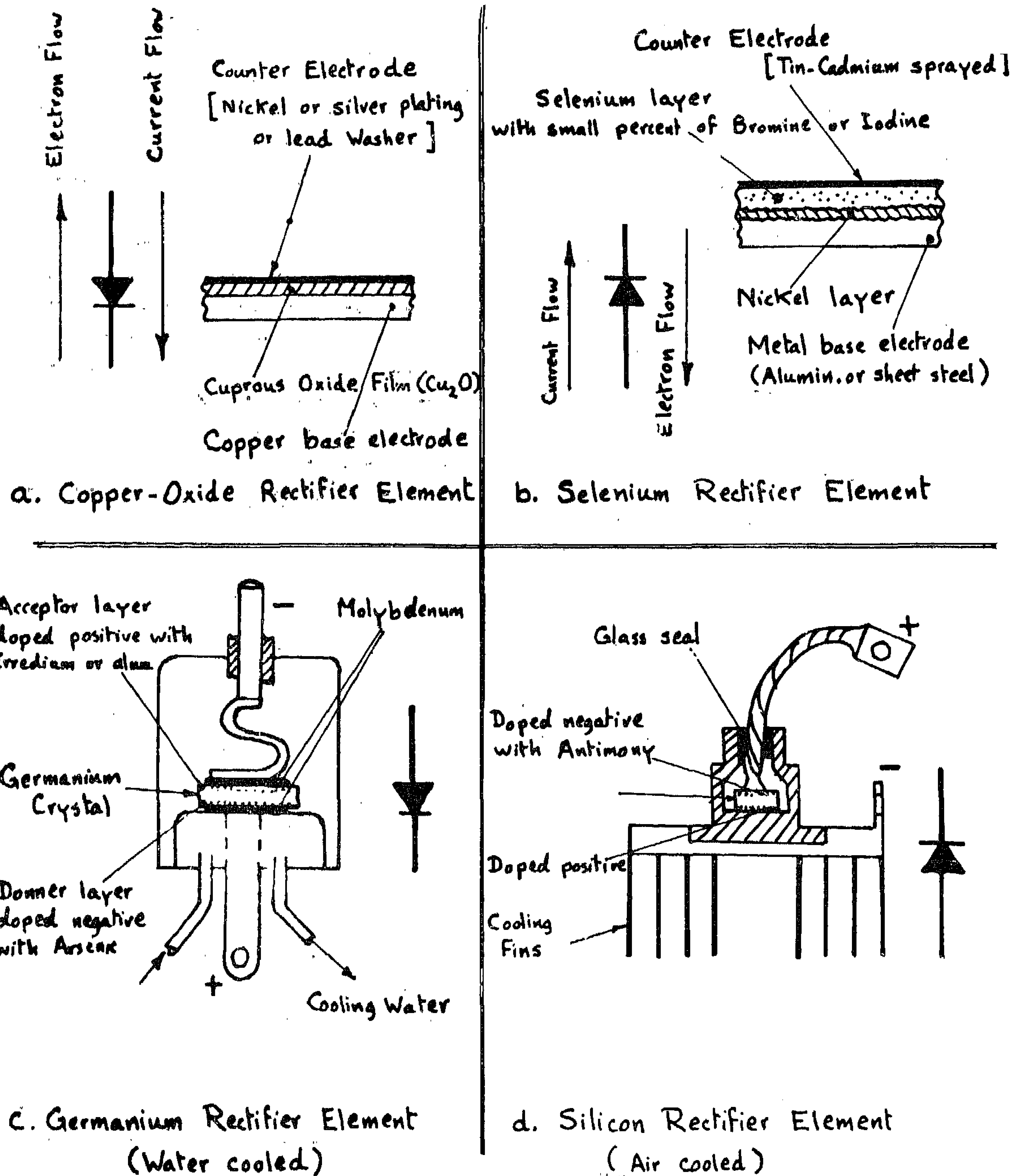


Fig. 1. Construction of different types of Semi-conductor Rectifier Elements.

germanium to the molten state in a graphite crucible, and making use of an ultra-pure seed crystal for growing and pulling the large crystal. Radio-frequency heating is used and the whole process is carried in vacum.

The upper and bottom loyers of the crystal are then sprayed with molybdenum, to which are attached a copper base and a copper flexible connection, as shown in Fic. 1.c. The crystal proper is then placed in a glass seal, evacuater and filled wih an inert gas.

(2.4) The Silicon rectifier element (Si)

This consists of a pure silicon crystal (4 valency element) dored from one side by aluminum to make it P-type; and from the other by antimony (5-valency) to make it n-type semi-conductor. The crystal wafer is sealed in a copper body, and is in electrical and thermal contact with the base. The positive pole is brought out by a flexible connection insulated from the body by a glass seal. The base acts as the negative terminal and usually has fins for cooling. The production of the silicon crystal wafer is done through several difficult and accurately controlled technological processes, similar to those of the germanium diode, described before.

(3) Characteristics and Selection of Semi-conductor Rectifier Elements:

(3.1) Rectifier elements are inspected by their forward and backward characteristic curves. Fig. 2. (a, b) shows typical characteristics for the four types at 20 °C. Note that the scales of the two axis are different in forward and backward directions.

From these characteristic curves, one can deduce the threshold voltage (e.g. 'st' for silicon), the differential resistivity (e.g. cotan α for selenium), the breakdown inverse voltage and hence the design r.m.s. inverse voltage... etc. These parameters are summarized in Table 1., for the four semi-conductor rectifier elements, assuming an ambient temperature of 35 °C.

(3.2) Comparison between the characteristics of different tyres:

It is noted that the copper-oxide has very poor chars; however it has the advantage of lowest threshold voltage. Hence, it is used in applications of low current and low voltage, and requiring lowest threshold voltage such as measuring instruments and detectors.

Selenium is an average rectifier element, hence it is used for medium current and voltage. In low ranges of voltage or current, it is cheaper in price than germanium and silicon. It has the advantage of self-healing after a fault, making it the safest type of metallic rectifiers, for applications where it is impossible to determine transient conditions. It has the disadvantage of aging (an increase in forward resistance with time), and the life of selenium element is considered exoired when the forward resistance reaches double or tripple its original value.

To increase the current loading of selenium or copper-oxide rectifiers, cooling-fins forced air or immersion in oil is used.

For high current and voltage, germanium or silicon rectifiers are used. Germanium has a better characteristic in the forward direction, but silicon has a much better char. in the backward direction. In general, silicon is prefered; and even in America, where germanium was very popular, silicon rectifiers are getting more grounds. The recent development of silicon thyristors (Silicon controlled rectifier) has added more to its prospects. The only disadvantage of silicon rectifiers, w.r.t. mercury arc, is its sensitivness to overload and overcurrent. This however is easily overcome by chosing a higher rating for a certain load, by using high speed fuses or short-circuiting the a.c. supply till the circuit-breaker opens, and using transient surge arrestors or circuit for protection against overvoltages. Owing to the very small size of both germanium and silicon, it is quite feasible to make them hermetically sealed. Thus they are impervious to the effects of humidity.

Semi-conductor rectifiers consist essentially of a good conductor separated from a semi-conductor by a thin barrier layer, which is in the order of 10^{-5} to 10^{-6} cm. The idea is to create a P-N junction by contacting together a donner material (N-type semi-conductor i.e. having free electrons) with an acceptor material (P-type semi-conductor i.e. having boles). The result is that electron flow is offered a negligible resistance in one direction and a high resistance in the other, i.e. we have a rectifier element.

The copper-oxide and selenium rectifiers are in the form of plates; while the germanium and silicon are in the form of crystals placed in small hermetially sealed containers, with cooling arrangement. The copper-oxide and selenium were known for some time (1920 and 1930), and were used in applications requiring small current and disregarding efficiency, such as measuring instruments and battery charging. After 1945, great progress in the atomic and mathematical theory of semi-conductors was done, and this lead to the production of germanium and silicon rectifiers which have far better characteristics, and efficiency of about 99 %.

Other types, such as magnesium copper sulphide and titanium dioxide rectifiers exist, but are not common. Recently the newly developed regulated silicon rectifier (P-N-P-N structure called thyristor), and the new silicon power transistor (N-P-N structure) are now being used in power fields.

*(2.1) The copper-oxide rectifier element (Cu.O)**

This consists, as shown in Fig. 1.a., of a pure copper base electrode, which is heated in air to a temperature of about 1000 °C, afterwards cooled to about 600 °C and then quenched in water under controlled conditions. This treatment produces a film of cuprous oxide Cu_2O with an outer layer of cupric oxide (Cu.O). Most of the latter is then removed chemically, leaving the copper disc with a layer of red Cu_2O of about 50 micron thickness. The cuprous oxide has a matt surface, so it is coated with a colloidal suspension of graphite; contact with it is then affected by a lead disc applied under pressure or by metal spraying (nickel or silver). Cu.O rectifier elements are usually in the form of discs about 3 mm. thick, one side copper colour and the other greyish colour.

(2.2) The Selenium rectifier element:

This consists, as shown in Fig. I.b., of a base metal sheet (steel or aluminium) coated with nickel, this is then covered by a selenium layer by thermal evaporisation under high vacum. Then a layer of counter electrode of tin-cadmium or bismuth-cadmium alloy is sprayed over the selenium layer. The two layers (counter electrode and Se) then diffuse into each other and the barrier layer thereby formed is the proper seat of rectifying effect. The plates are then given a protecting point coating, before or after assembly in stacks. Se rectifier elements are usually in the form of rectangular plates about 2 mm. thick, grey or bluish in colour.

(2.3) The Germanium rectifier element (Ge)

Germanium is a relatively newly discovered element, its valency is 4 and has a shiny greyish colour. To make germanium rectifier cells, we first make the element really pure-impurities not more than one part per 100 million. After working hard to make the metal pure, an infinitismal, but precise amount of arsenic (5-valence element) is added to make it n-type semi-conductor. An infinitismal amount of irridium or aluminium (3-valency element is then fused into the upper layer. changing it to P-type semi-conductor.

The rectifier element must be a single crystal, properly oriented and controlled in dimensions. This is done by heating the

* Actually copper-oxide rectifier should be abbreviated as Cu_2 O, but the '2' is ommitted for simplicity.

SEMI-CONDUCTOR POWER RECTIFIERS AND DESIGN OF THEIR STACKS

by

Dr. Eng. SADEK A. KANDIL

(1) Introduction :

In the last ten years, great progress has been done in the development and application of semi-conductor rectifiers (sometimes called metal rectifiers or barrier layer rectifiers) in heavy electrical engineering. Just as the mercyry arc rectifier has replaced tée rotary converter in about 1930, semi-conductor rectifiers have started replacing mercury-arc rectifiers since about 1956. When an electrical engineer starts planning a plant to convert A.C. into D.C., he nowadays first thinks of metal rectifiers (in particular Selenium or Silicon); since they are static, less bulkier, do not need auxiliary equipment for ignition or excitation, higher overall efficiency and the purchasing cost is usually less.

Two main applications were still owned by grid-controlled mercury arc converters, namely when requiring a controllable voltage or for inverted operation. Recently engineers have started using controllable semi-conductor devices (Thyristors) in heavy power applications, such as industrial variable speed drives. Research is being carried for replacing high voltage mercury arc converters by thyristor converters for high voltage D.C. power transmission.

Recently, the automobile industry in U.S.A. decided to replace the d.c. generator for charging the car battery by an a.c. generator and silicon rectifiers connected in 3-phase bridge[1]. The weight of these is lower than that of comparable d.c generator, and they can charge the battery adequately from idling speed till maximum speed, and naturally they have no commutation troubles.

In Egypt, it is now common practice to use selenium or silicon rectifiers in electronic and small power industries; and silicon rectifiers for heavy power converting plants such as in Alexandria Soda Works and in Cairo Tramway Establishment.

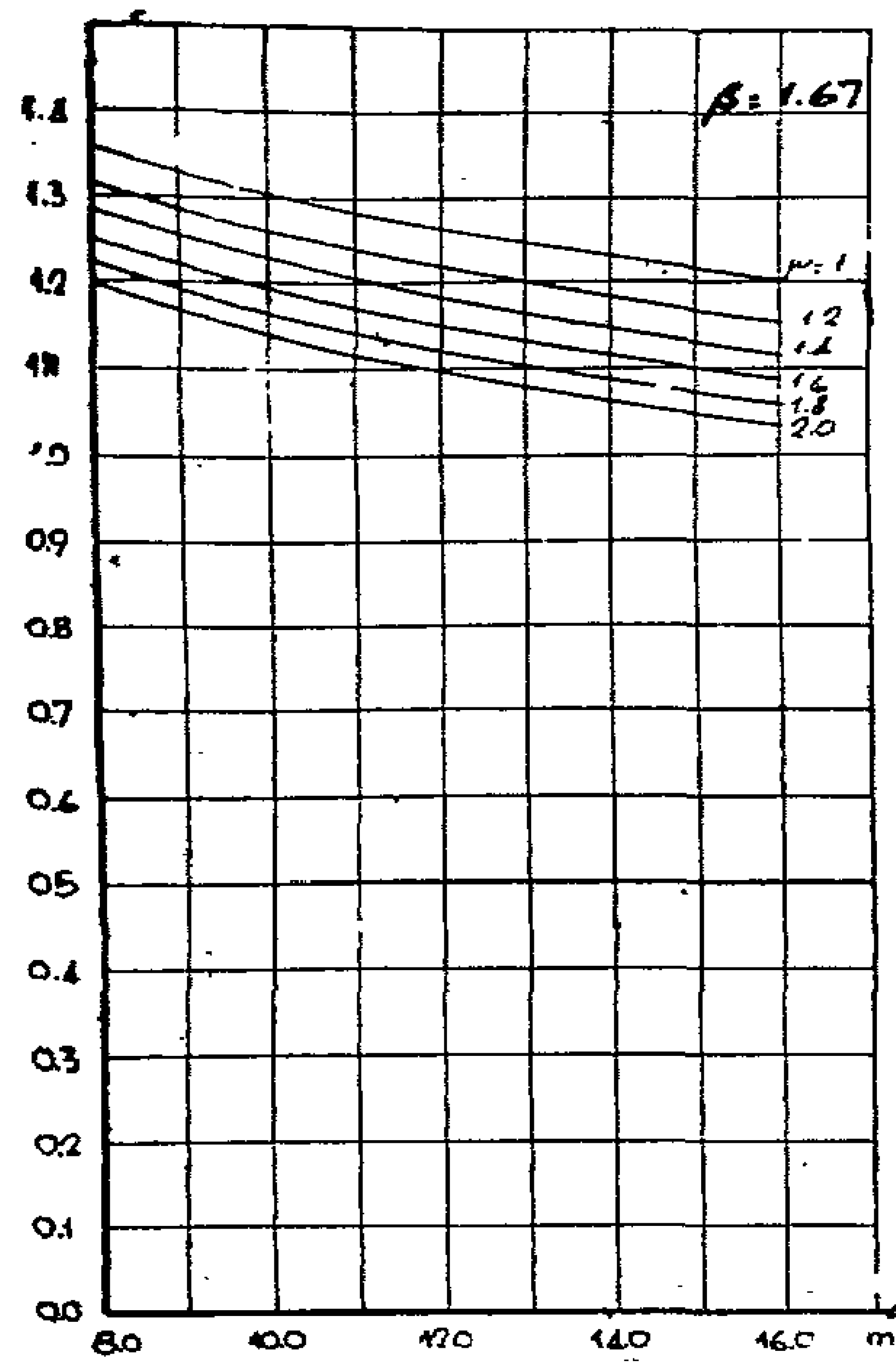
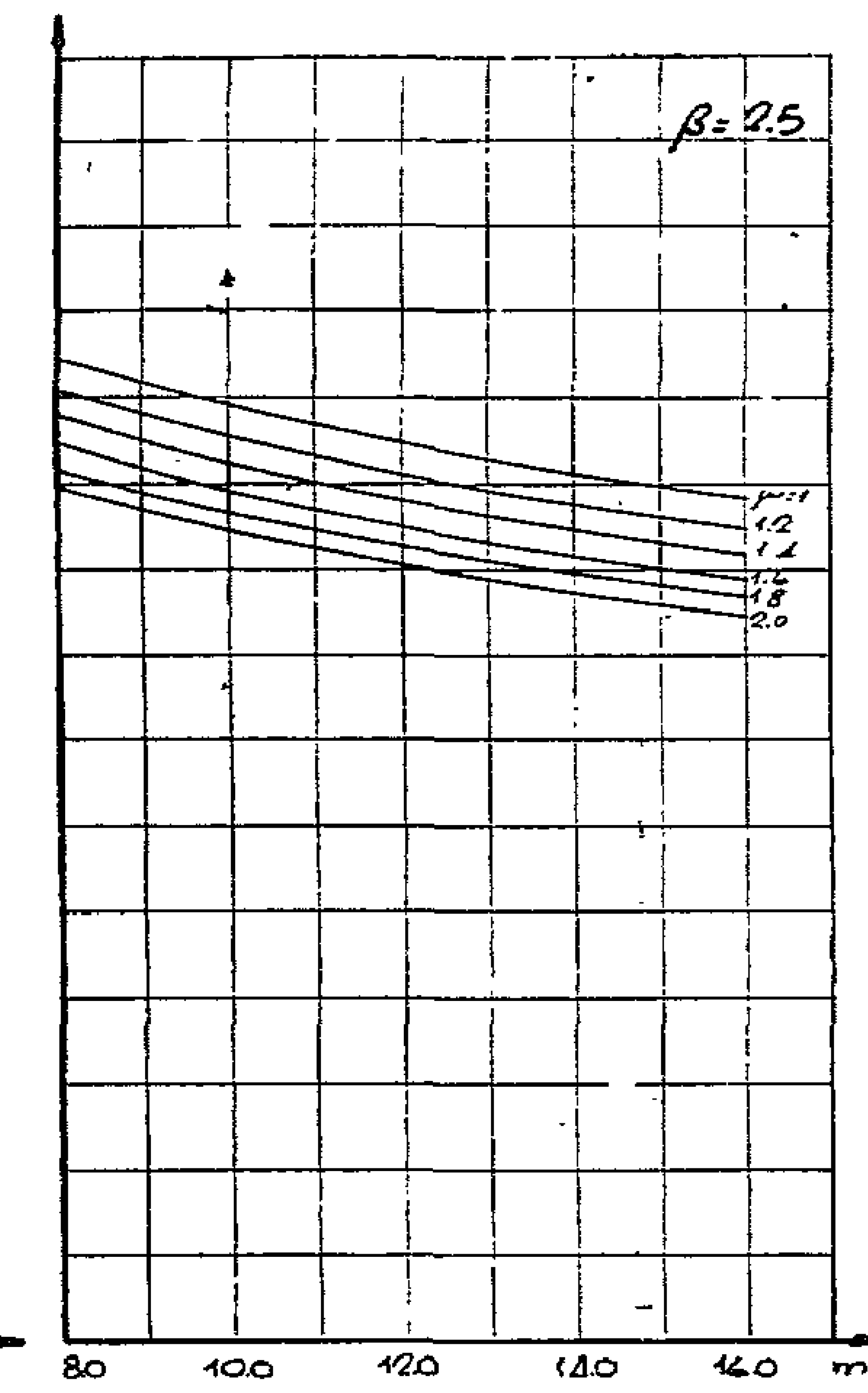
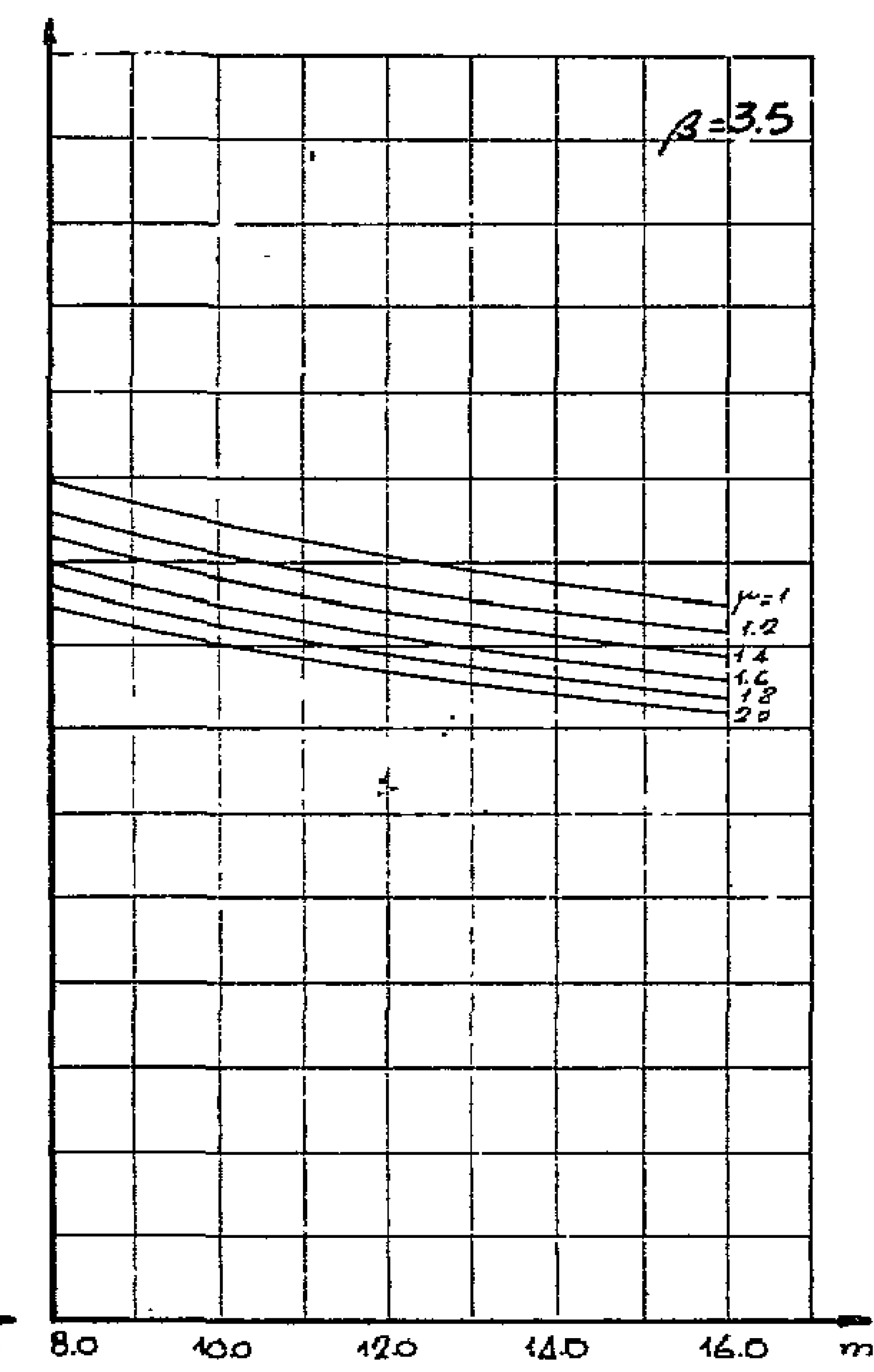
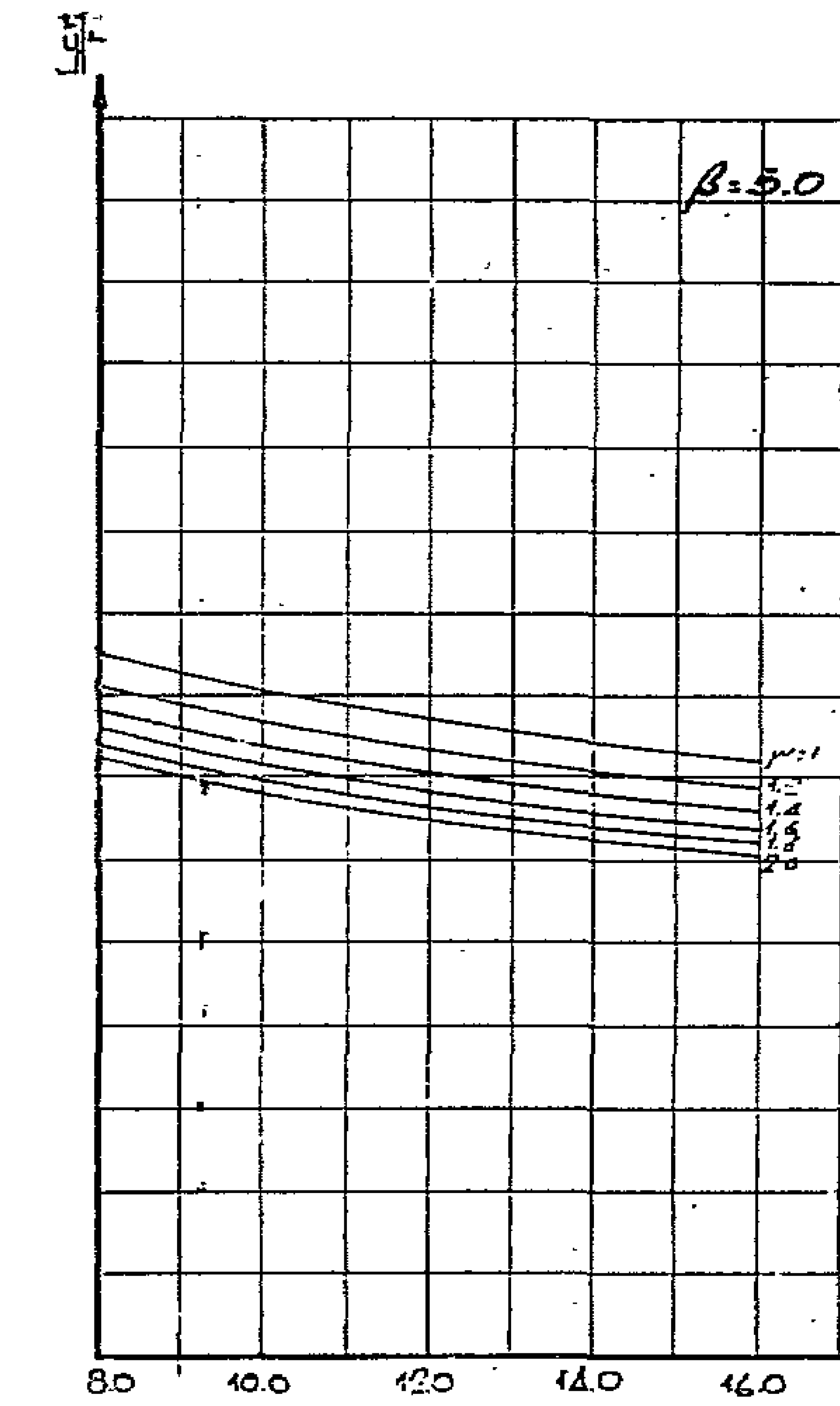
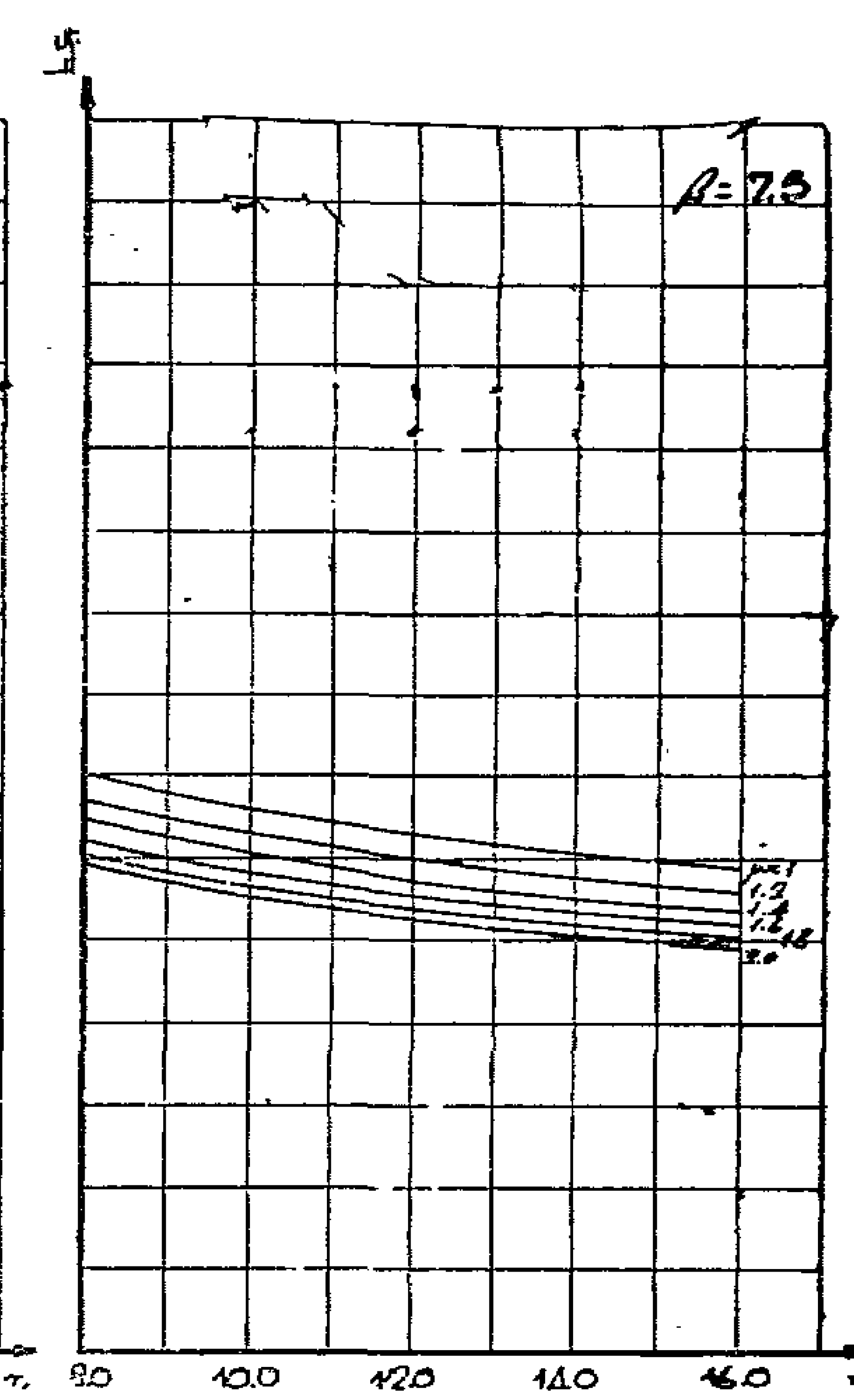
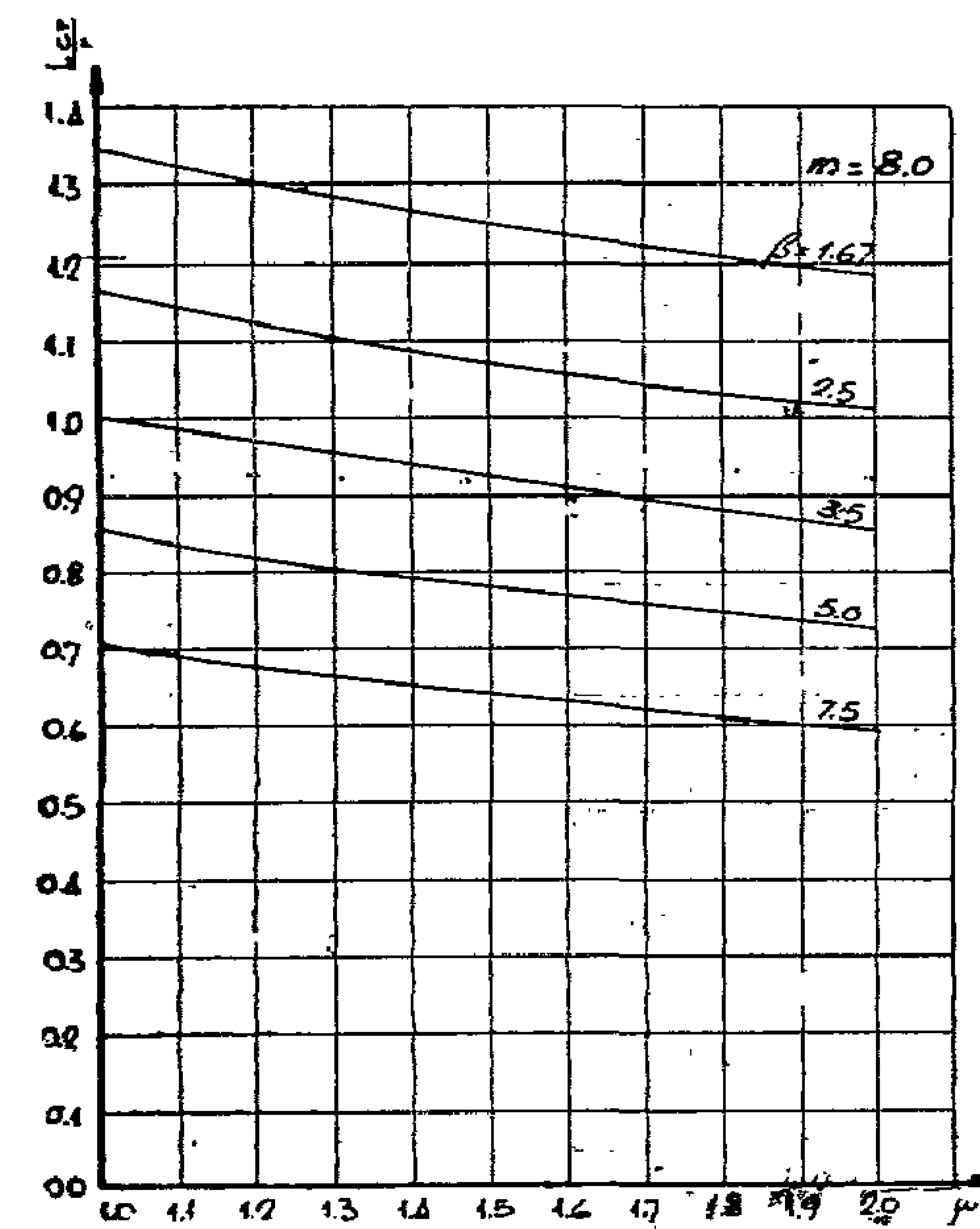
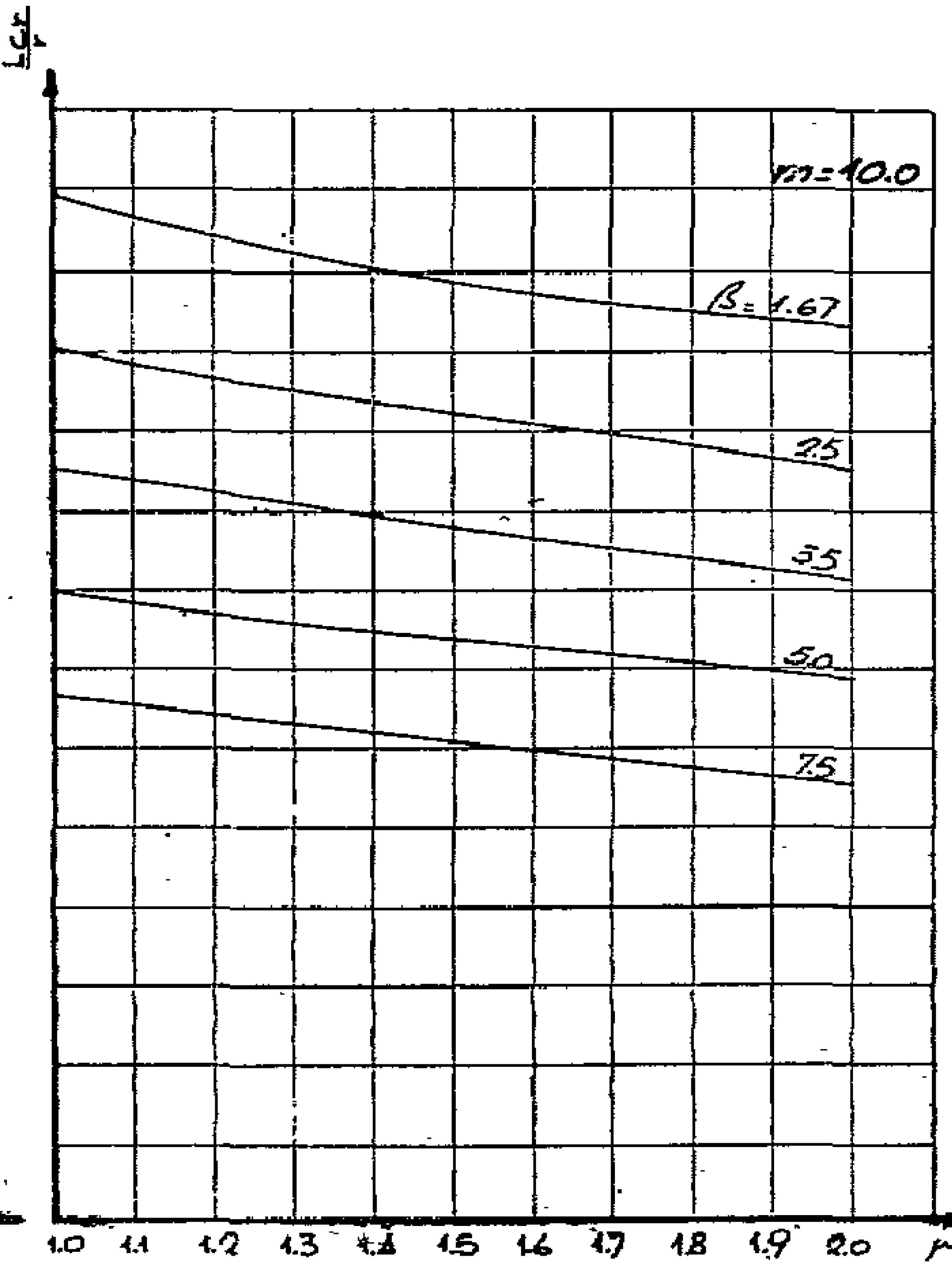
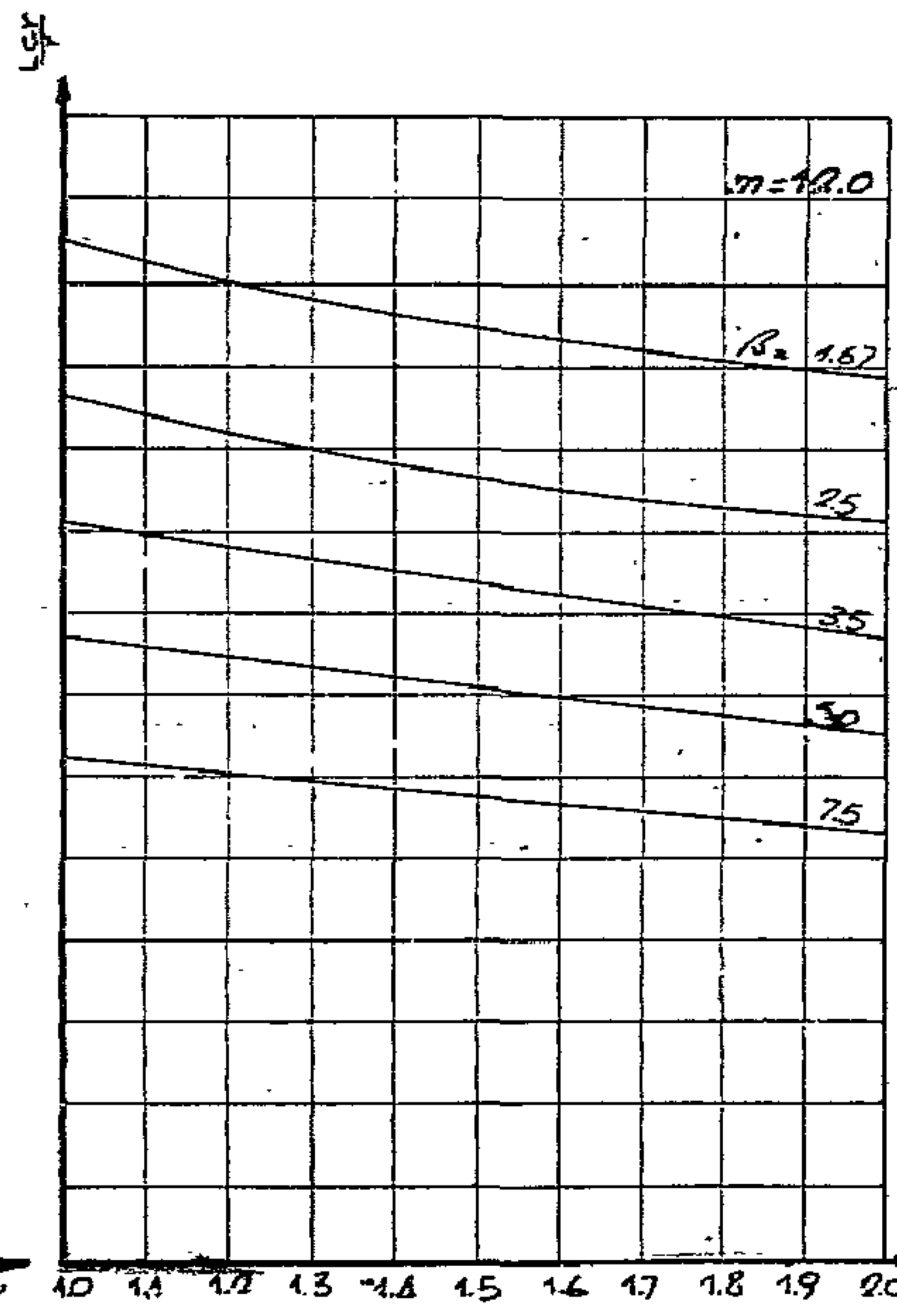
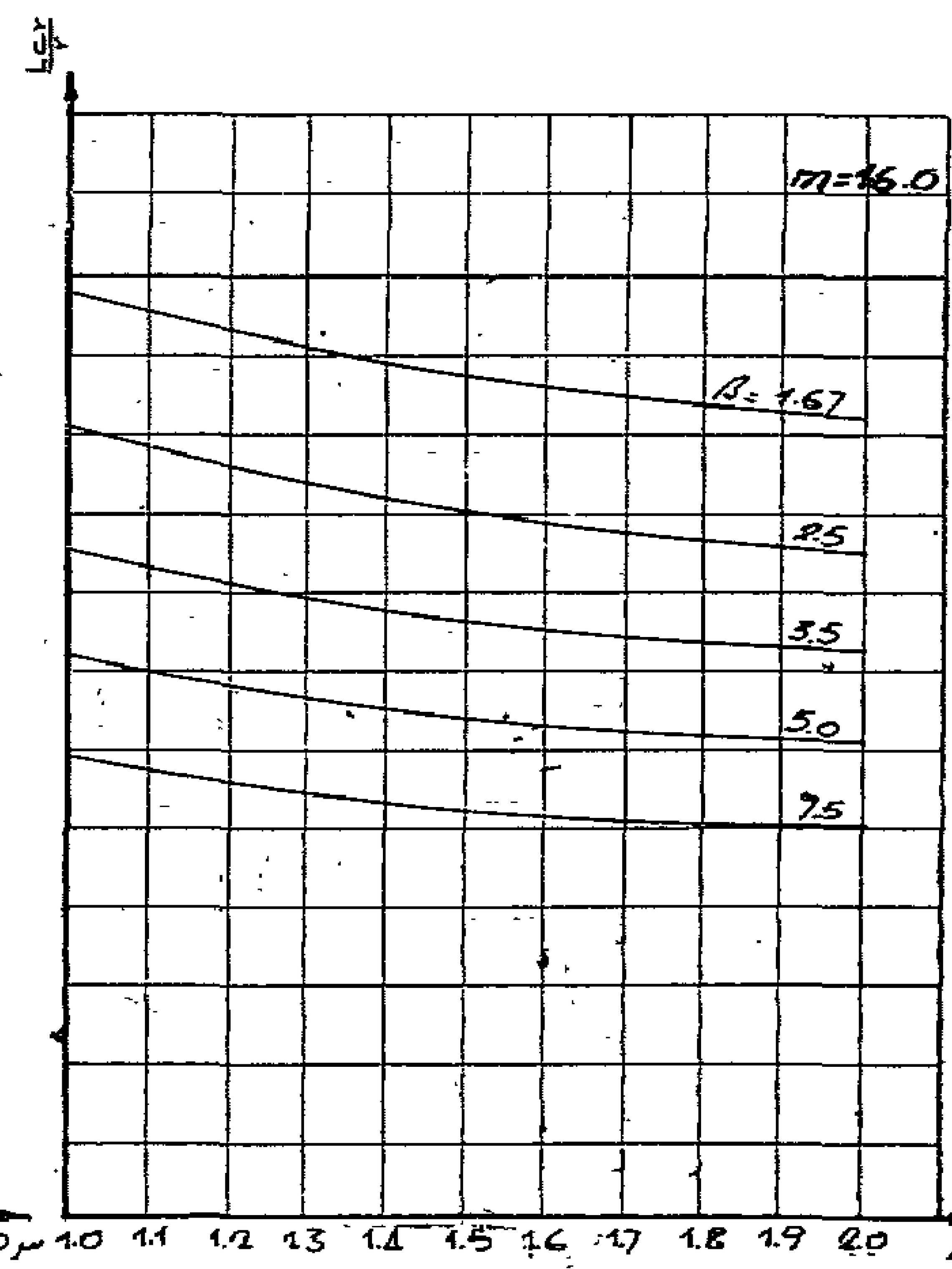
In the following paper, the main types of semi-conductor rectifiers are being reviewed, with their construction, charactaristics design data and selection for different applications. Design information and formulee for constructing rectifier stacks for various rectifier circuits are given. Theoretical analysis is avoided, as this can be found in several references 2, 3, 4, 5, 6; however the analysis results and waveforms are compled in tabular form to be a practical tool for the design engineer.

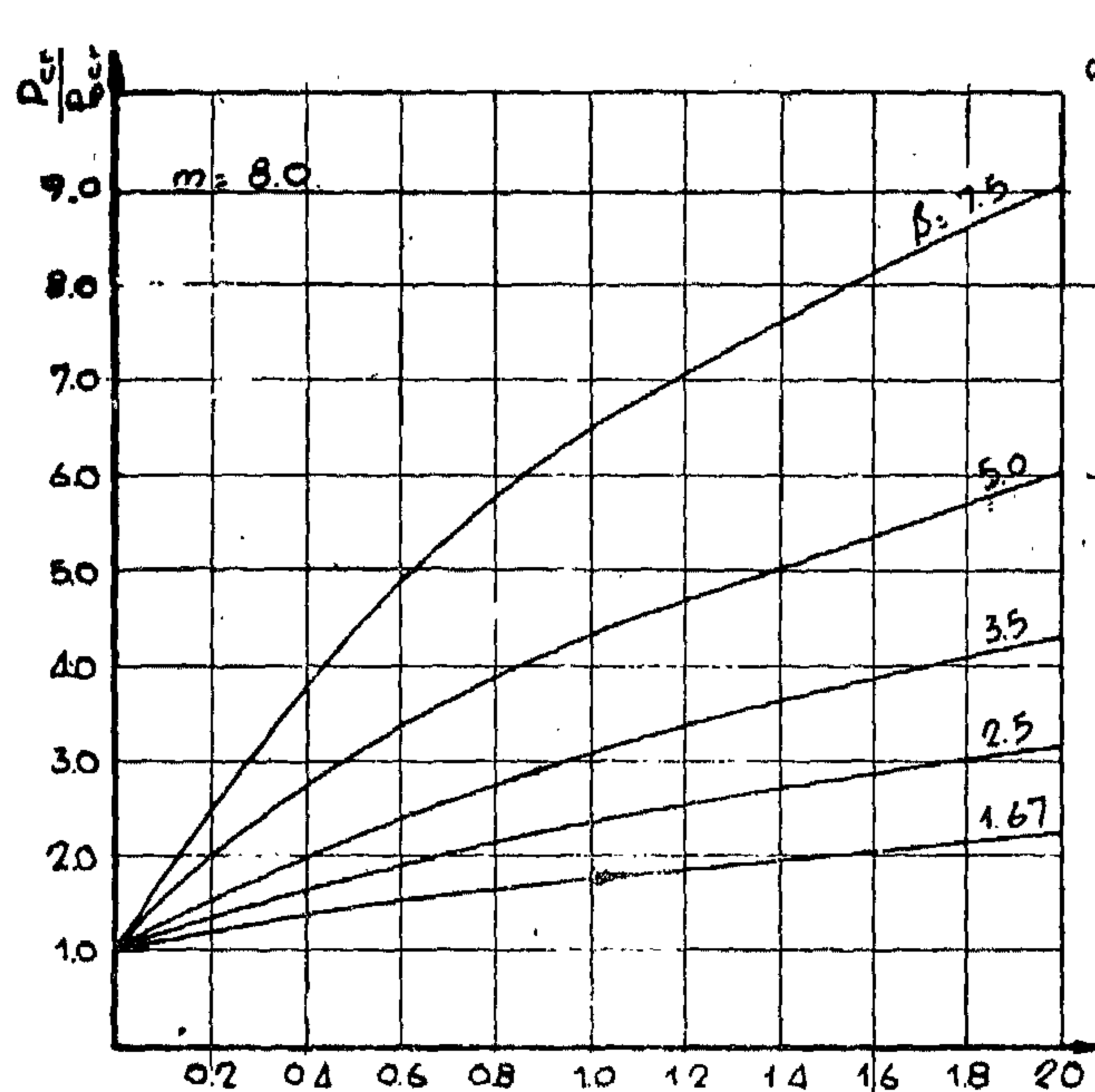
The fabrication of semi-conductor plates or crystals is a difficult and delicate technological process, and is only made now in a few highly industrialised countries. However, the author thinks it is time in Egypt, that we should import only selenium rectifier sheets or silicion rectifier elements, then design and assemble the rectifier stack and transformer locally. In this way we save hard-currency and promote our electrical industry.

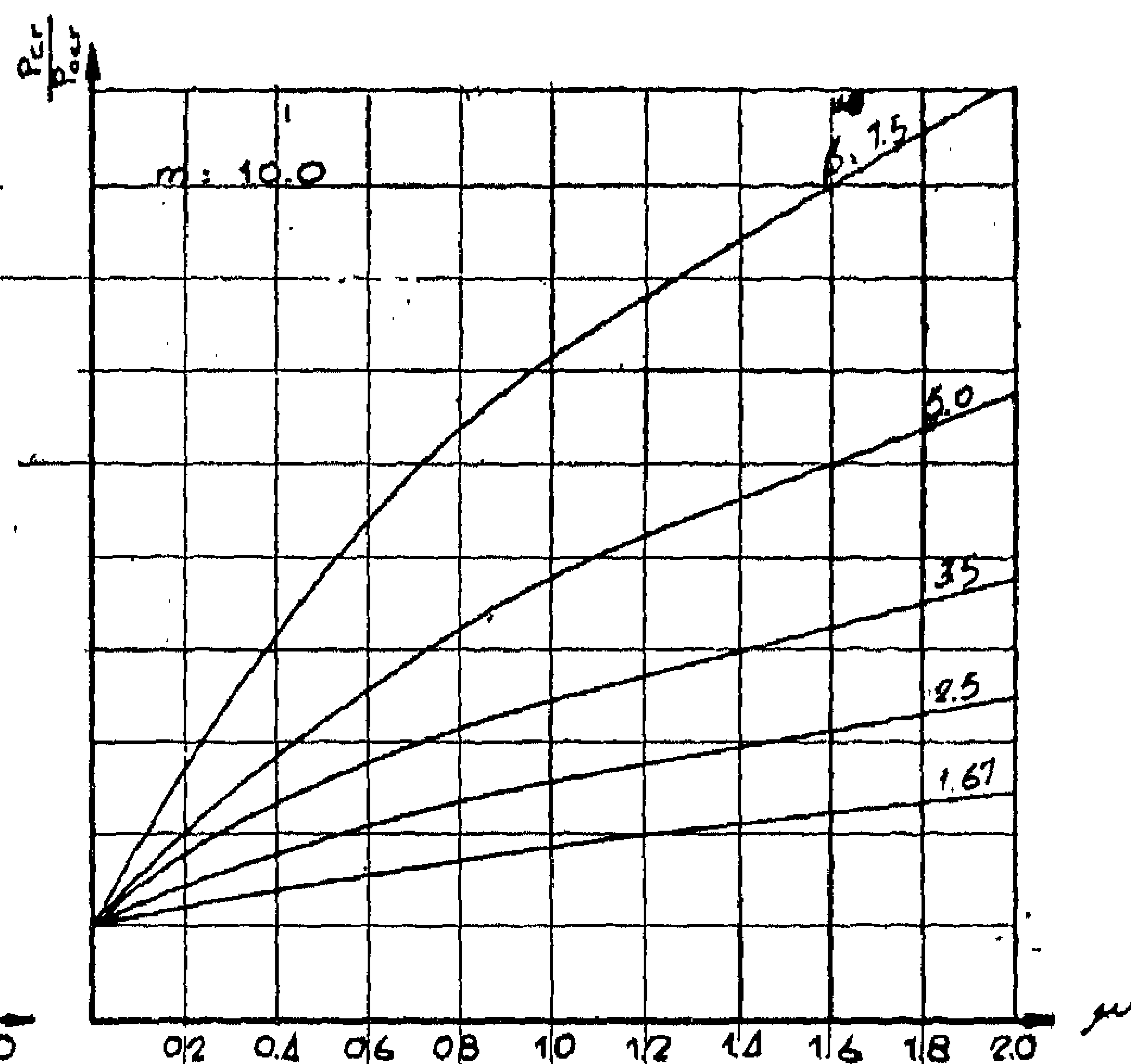
(2) Types and Construction of Semi-Conductor Rectifier Elements

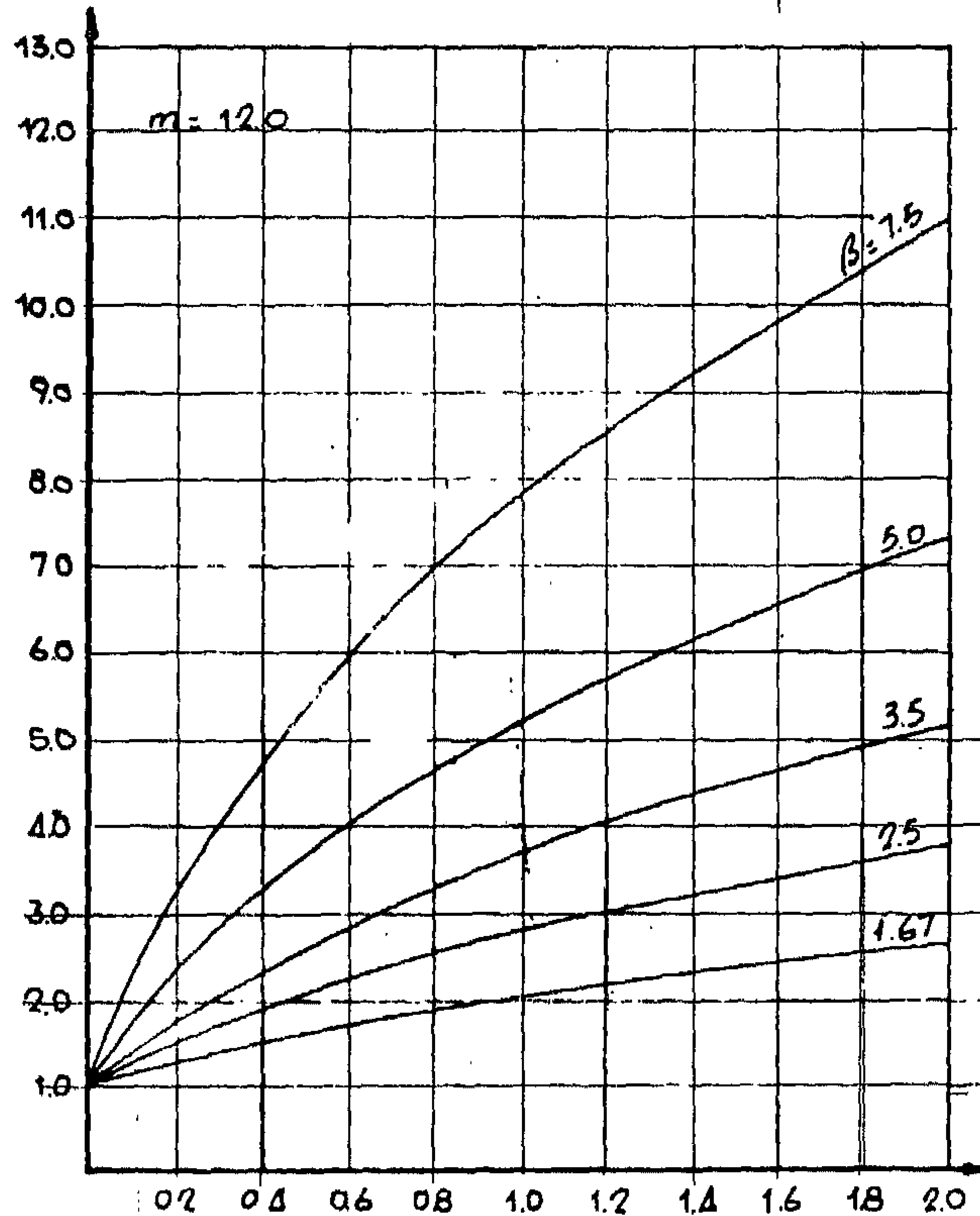
Mainly, there are four types of semi-conductor rectifier elements which are (in the order of their listorical evolution) :

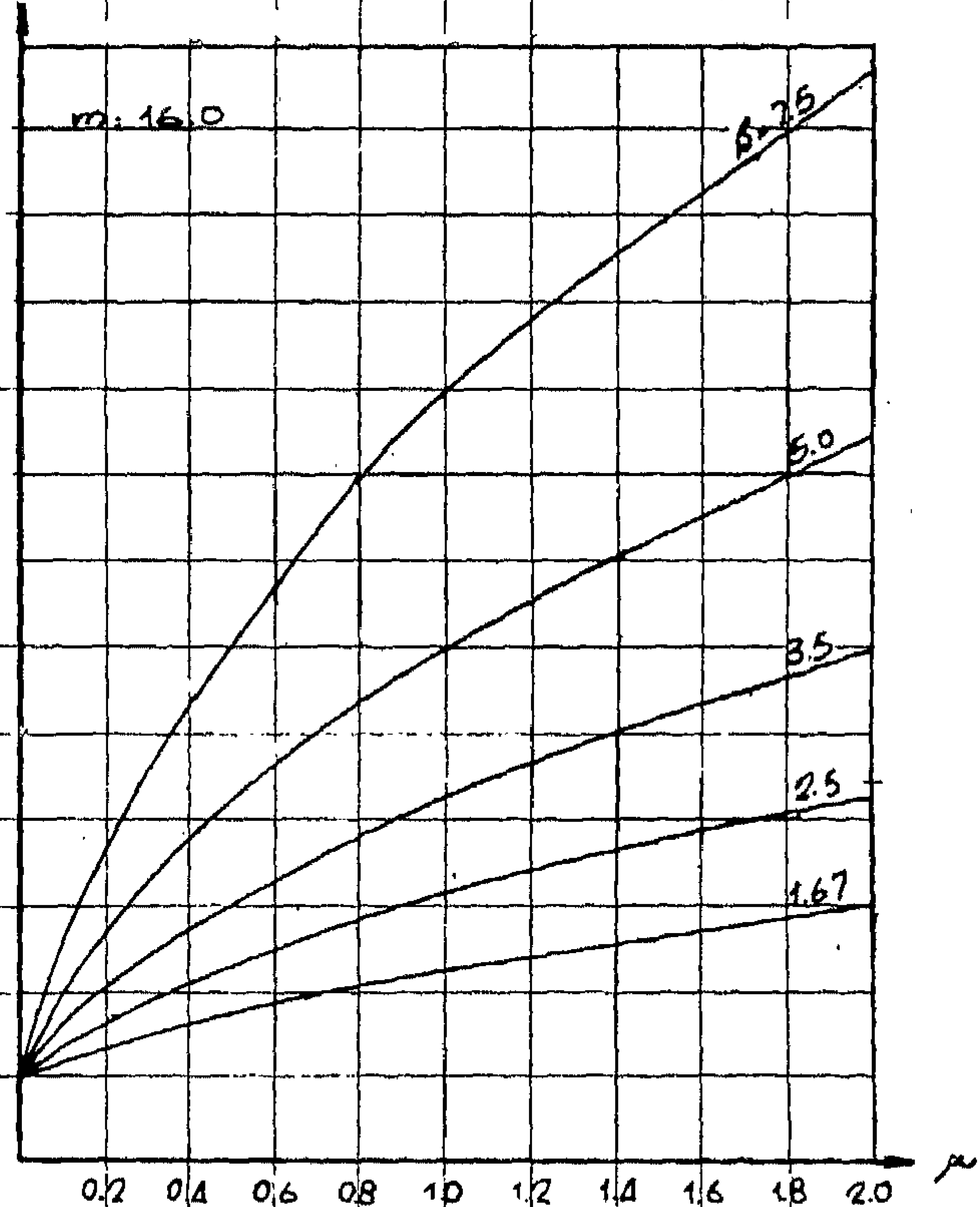
1. Copper Oxide (Cu.O)
2. Selenium (Se)
3. Germanium (Ge)
4. Silicon (Si)

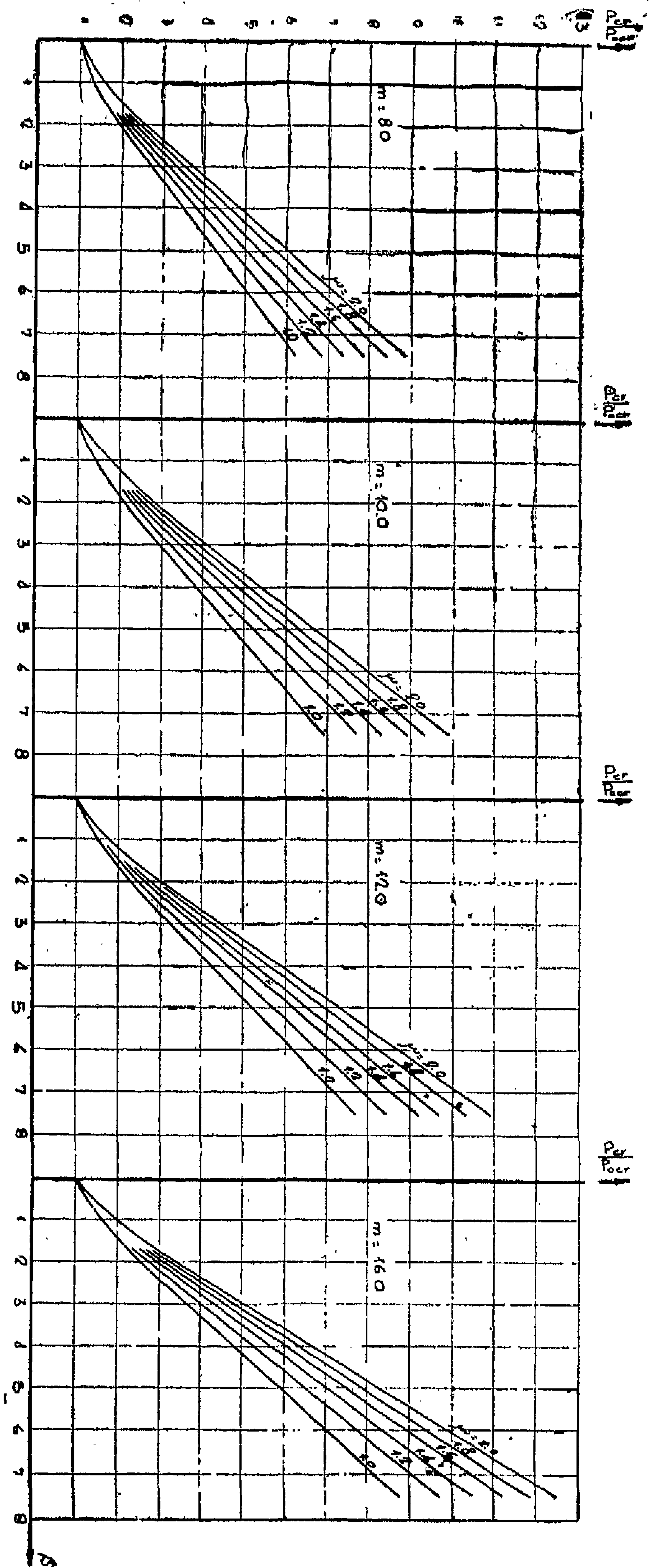

β=1.67

β=2.5

β=3.5

β=5.0

β=7.5

m=8.0

m=10.0


m=16.0


m = 8.0
β = 7.5
5.0
3.5
2.5
1.67
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0


m = 10.0
β = 7.5
5.0
3.5
2.5
1.67
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0
μ


m = 12.0
β = 7.5
5.0
3.5
2.5
1.67
13.0
12.0
11.0
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0


m = 16.0
β = 7.5
5.0
3.5
2.5
1.67
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0
μ

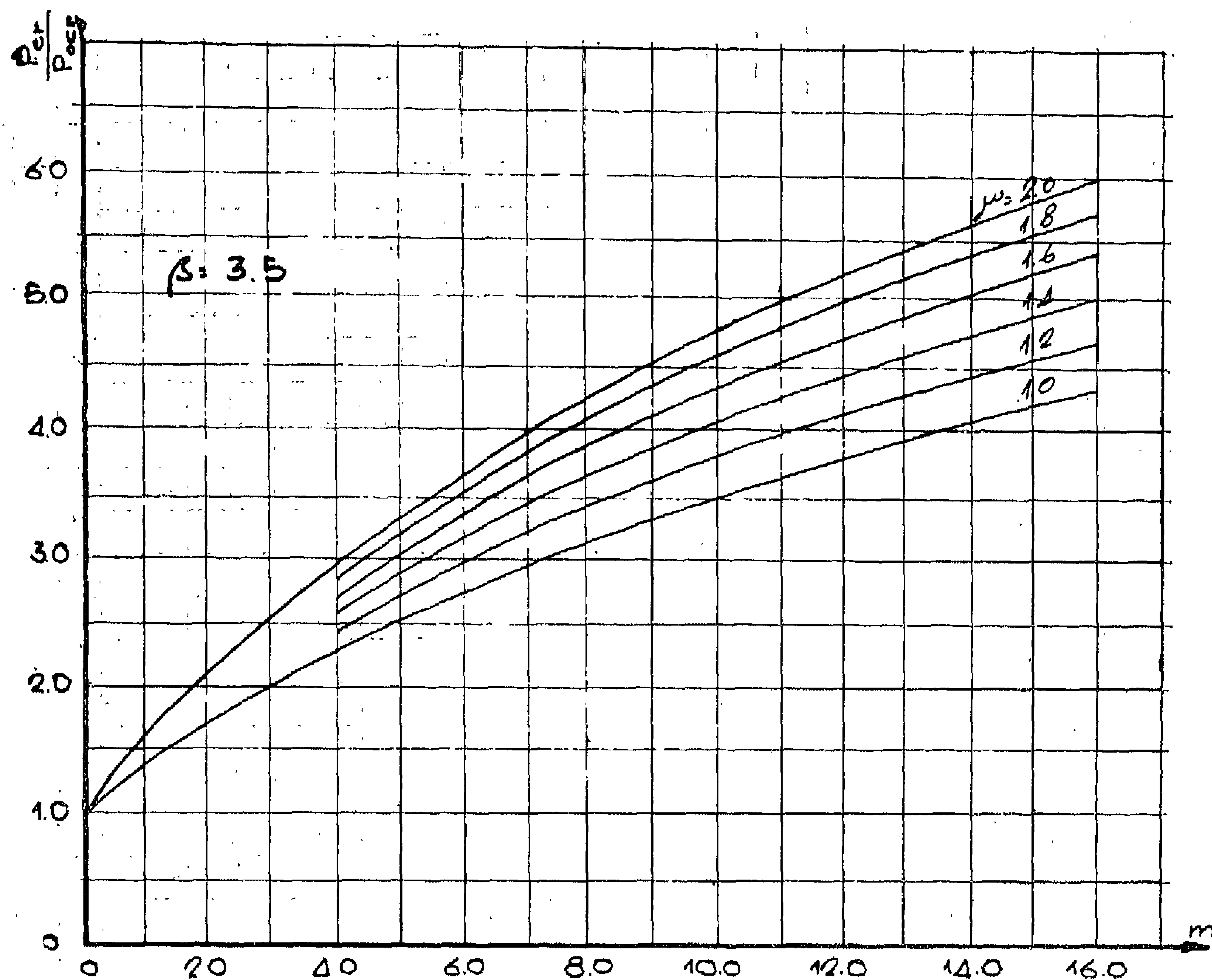

m: 8.0
m: 10.0
m: 12.0
m: 16.0

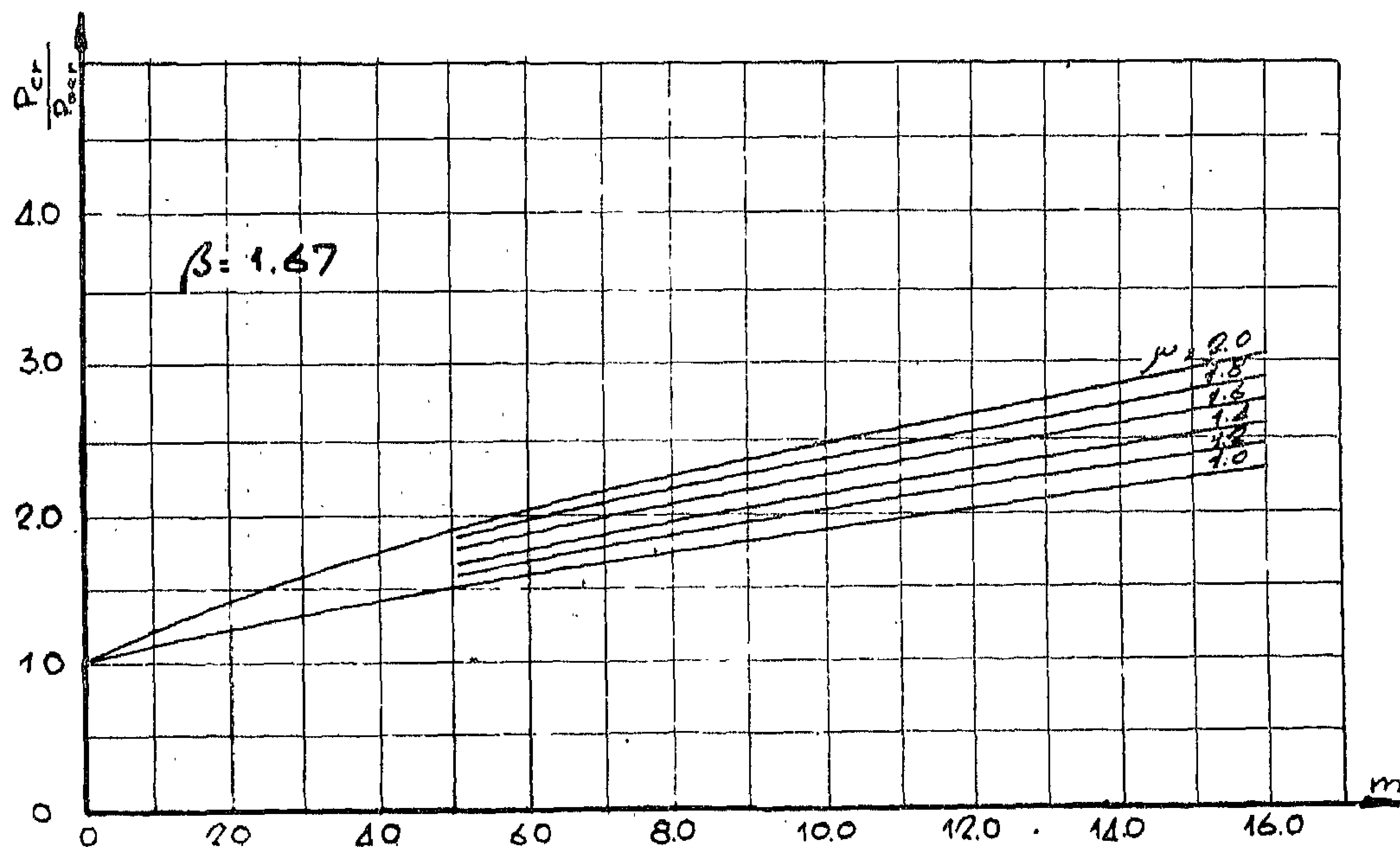
$L_{cr} = 0.756 \times 650 = 483$ cms., which represents the length of a straight bar hinged at both ends and having the same I_y as the foot ring. The critical load of this bar is

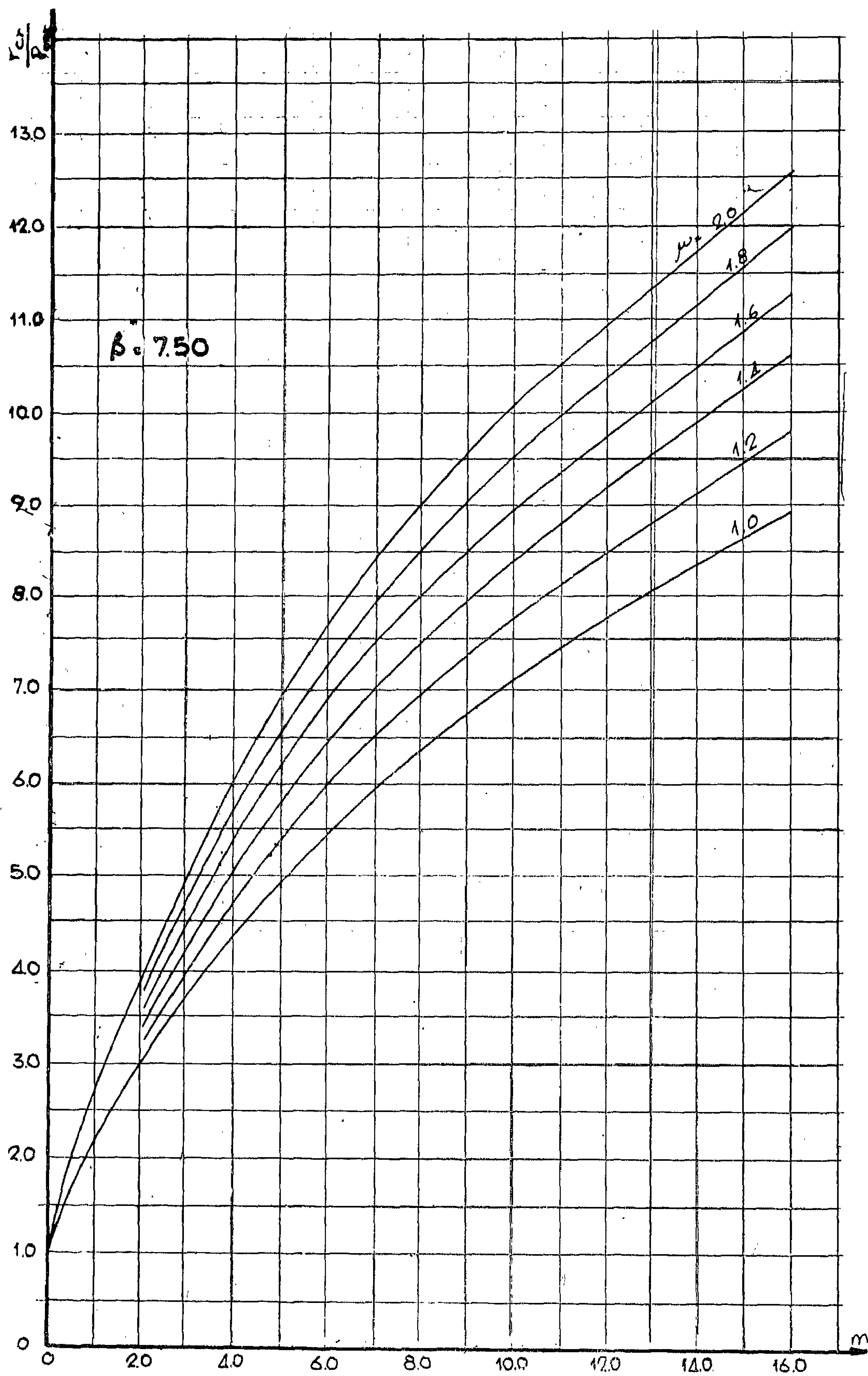
$N_{cr} = \Pi^2 \; 2100.484/483^2 = 40.3$ tons.

Again, the critical normal force in the ring due to the critical radial outer pressure of 62 kg/cm' previously obtained is

$N_{cr} = 62 \times 650 = 40300$ kgs, which is the same value as that of the straight bar.







r/R
β = 7.50
μ = 2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
13.0
12.0
11.0
10.0
9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0
0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
12.0
14.0
16.0
m

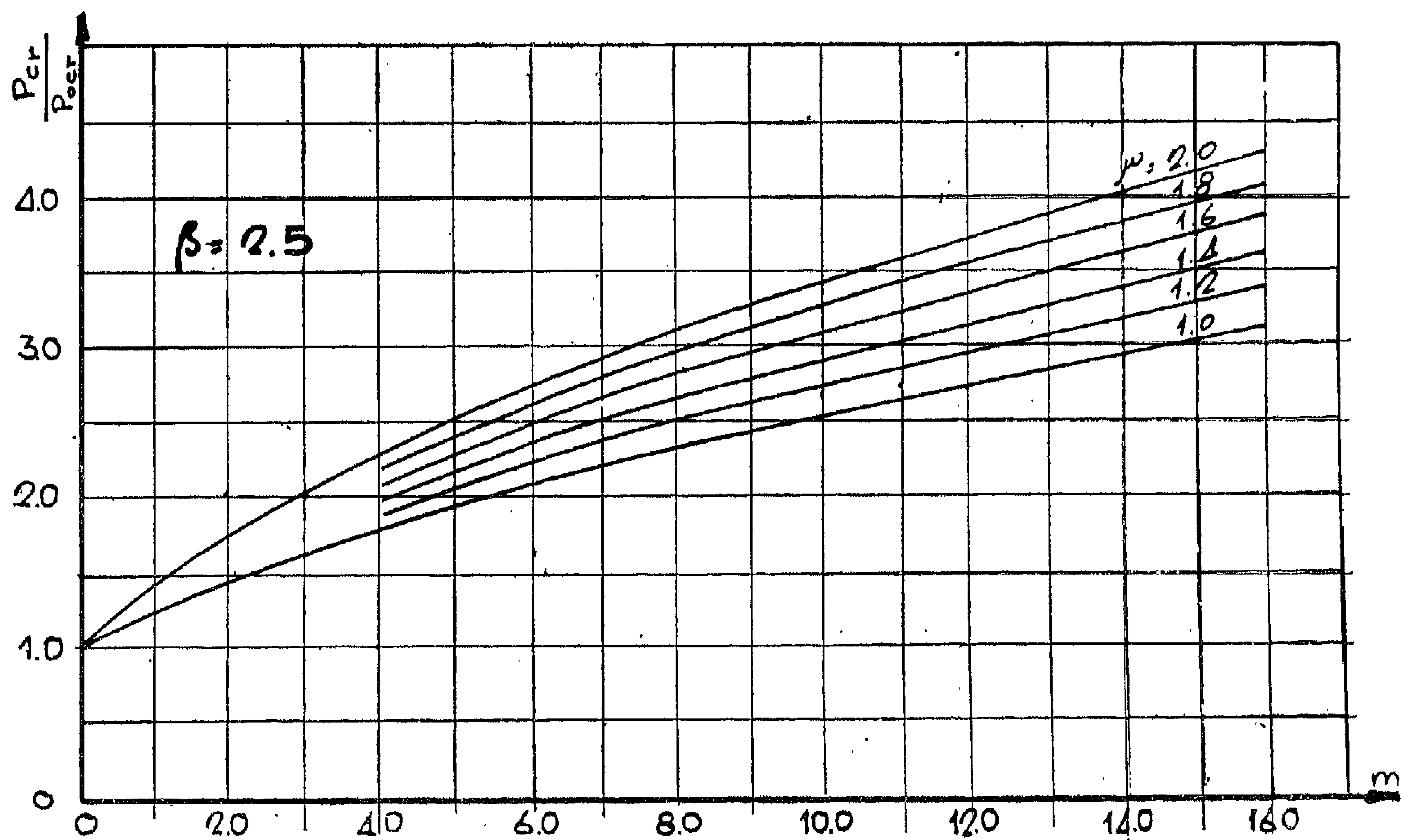
$\frac{P_{cr}}{P_{ocr}}$

$\beta = 5.0$

μ = 2.0, 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, 1.0

0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0

0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 12.0, 14.0, 16.0 m



Further, in the same Appendix, the ratio of critical length; of a straight bar hinged at both ends and having same properties of cross section as these of the foot ring; and the radius of the ring for different values of m, μ, and B is represented graphically by means of charts. This ratio may also be obtained from equation (20).

APPENDIX I. NUMERICAL EXAMPLE *6

A vertical steel tank of diameter 13.00 ms. has a spherical roof of height 1.40 ms. and a radius R of 16.00 ms. The roof contains 16 main ribs each having a moment if inertia $I_1=477$ cm[4] (B.F.I. No. 10). The ribs rest on a foot ring having a moment of inertia $I_y=484$ cm[4] (see fig. 3). If the roof may be exposed to an explosion of 0.05 atmospheric pressure (500 kg/m[2]), it is required to investigate the stability of the ring taking a factor of safety of 1.5 against buckling.

$$p_{ocr} = 3EI/r^3 = (3 \times 2100 \times 1000 \times 484)/650^3$$

$$= 11.1 \text{ kg/cm}' \quad \mu = \frac{I_1}{I} = 477/484$$

$$\beta = r/f = 650/140$$

$$= 4.65 \text{ and } \beta^2 = 21.5$$

$$p_{cr} = 11.1 \times (1 + 0.0885 \times 16 \times 0.985 \times 21.5)^{\frac{1}{2}}$$

$= 62$ kg/cm′ of circumference of the ring.

Total upward pressure due to explosion (own weight of roof skin is not taken into consideration; this is about 32 kg/m[2]) is

$500 \times 11 \times 6.5^2$ kgs and the uniformly distributed pressure on the ring due to explosion,

$$p_{actual} = (500 \times 11 \times 6.5^2) \text{ cot } 24°/211 \times 650$$

$= 36$ kg/cm′ of circumference of the ring.

The ratio of the critical pressure and the actual one due to explosion will thus be

$$p_{cr}/p_{act.} = 62/36 = 1.69 > 1.5$$

Further, the value of the third term in expression (15), namely $3c^2/4a^2$ shall be now obtained.

$c = 5EI_1/fr^2 = (5 \times 2100 \times 1000 \times 477)/140 \times 650^2) = 393$ kg/cm,

$a = 2\Pi r/m = 2\Pi \times 650/16 = 255$ cms and therefore

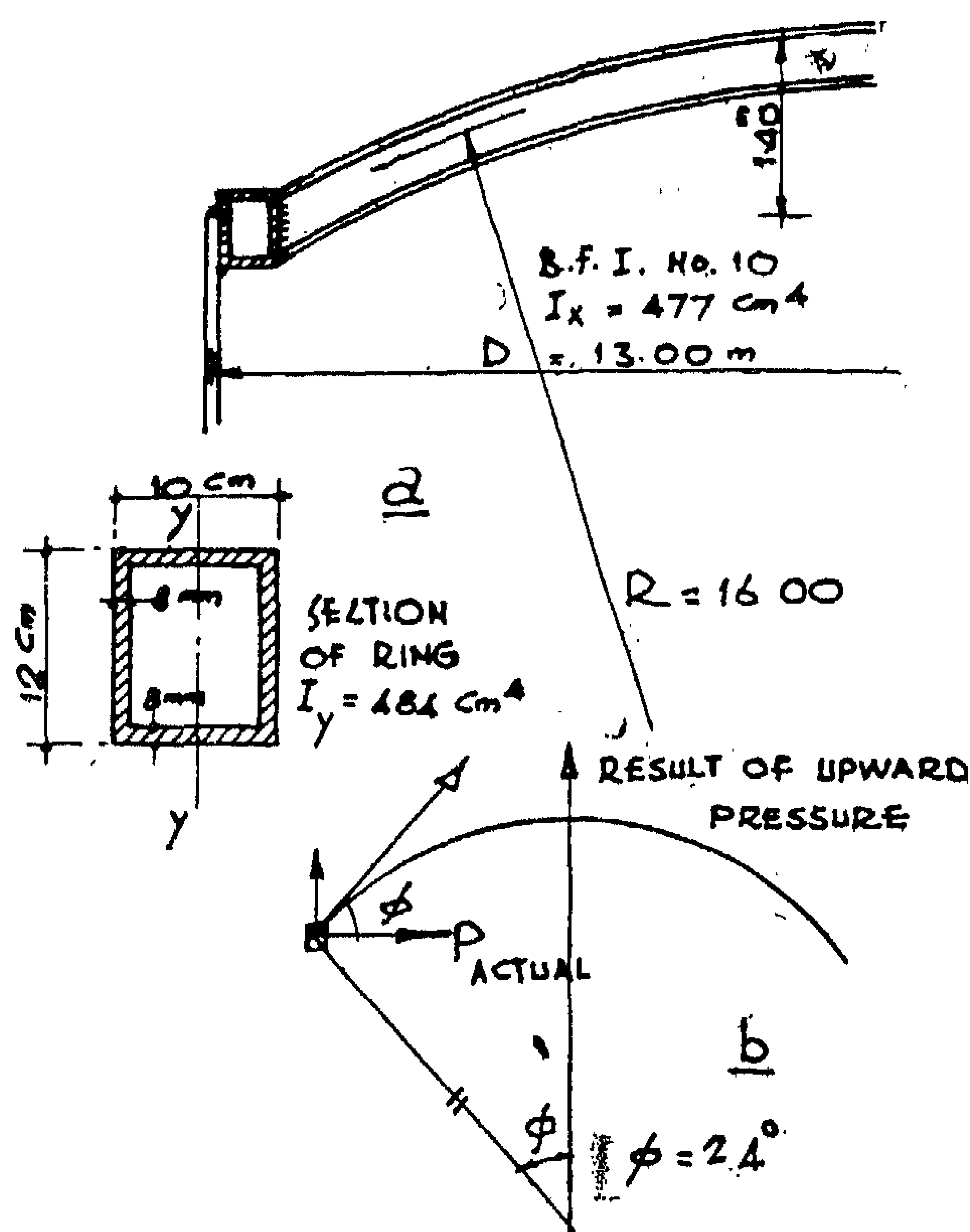


FIG 3

$$3c^2/4a^2 = \frac{3}{4}. \ (393/255)^2 = 1.78$$ which justifies neglecting the third term as mentioned since also A_2 is only an ordinate of deflection.

Moreover, for obtaining the equivalent critical length, equation (20) is going to be applied.

$$L_{cr}/r = 1.756.(1 + 0.0885 \times 16 \times 0.985 \times 21.5)^{-\frac{1}{4}} = 1.756/2.363$$

$= 0.743$, from which

*6 The dimensions of the tank given in this example correspond likely to a min. outer surface for a capacity of 1800 m[3] for the tank.

Accordingly the critical value of uniform pressure acting on a uniform circular ring supported radially by means of elastic supports can be given, with sufficient degree of accuracy, by :

$$p_{cr}^2 = (\frac{3EI}{r^3})^2 + \frac{EIc}{ar^2}. \quad (16)$$

In order to put expression (16) in a more practical form, and also to visualize the different factors involved, the elastic resistance of ribs is now considered.

The constant c can be easily calculated if the ribs are considered as parts of a parabolic arch with $EI_1 \cos \Phi$ = constant.

In this case it can be proved that $c = \frac{1}{y_1} \simeq \frac{5EI_1}{f^2r}$, where I_1 is the moment of inertia of rib about its plane of bending, f is the rise of centre line of rib above the mid line of the ring.

Equation (16) will be

$$p_{cr}^2 = (\frac{3EI}{r^3})^2 + (\frac{3EI}{r^3})^2 \cdot \frac{5mr^2I_1}{18\Pi f^2I}$$

or $p_{cr} = p_{ocr} \; (1 + 0.0885 \; m.u.B^2)^{\frac{1}{2}}$ (17)

where $p_{ocr} = (\frac{3EI}{r^3})$ is the critical pressure of an unsupported ring,

m is the number of ribs in the roof of tank,

$B = \frac{r}{f} > 1$ is the ratio of the radius of the ring to the rise of the roof of tank, and

$u = \frac{I_1}{I}$ is the relative stiffness of the rib and the foot ring.

4. Equivalent critical length of a straight bar

Since the critical pressure p_{cr} is now known, also the critical normal force in the ring $N_{cr} = p_{cr} . r$ is determined and according to equation (17) :

$$N_{cr} = \frac{3EI}{r3} .r. \; (1 + 0.0885 \; m.u.B^2)^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

Further, the critical normal central load for a straight bar hinged at both ends and having the same properties of cross section as the ring is, according to Euler,

$$N_{cr} = \frac{\Pi^2EI}{L_{cr}^2} \quad (19)$$

Equating both (18 and 19), thus

$$(\frac{L_{cr}}{r})^2 = \frac{\Pi^2}{3}. \; (1 + 0.0885 \; m.u.B^2)^{-\frac{1}{2}},.$$

or, $(L_{cr}/r) = 1.756 \; (1 + 0.0885 \; m.u.B^2)^{-\frac{1}{4}}$. (20)

u=0

For the special case where the ring is unsupported, i.e., the critical equivalent length will be L_{cr} = 1.756 r.

Several value of the ratio L_{cr}/r for different values of m, u, and B are represented graphically in charts in Appendix II.

5. GENERAL CONCLUSION

Roof ribs have an effect, sometimes appreciable, on stiffening foot rings in vertical tanks. The significance of this effect depends, as may be seen from equation (17) on three main factors; the number of ribs connected to the ring, the relative stiffness of roof ribs and foot ring, and the proportions of the roof. It may be of interest to point out the effect of stiffness of the ribs relative to that of the foot ring. For very flexible ribs i.e. u = O, p_{cr} tends to p_{ocr} and the usual method of analysis is approximately correct. On the other hand, for very stiff ribs i.e. μ tends to oo, also p_{cr} tends to oo and failure takes place only $0 < \mu < \infty$, the value of the critical load may be obtained from equation (17, or for convenience from charts given in Appendix II.

Substituting for y from expression (5 in equation (8), and noting that ;

$$\int_0^{2\Pi} y\, d\theta = \int_0^{2\Pi} y^3\, d\theta = 0; \quad \int_0^{2\Pi} y^2 d\theta$$

$$\int_0^{2\pi} y^2\, d\theta = \Pi\, \Sigma\, A_n^2 \text{ and } \int_0^{2\Pi} y^4\, d\theta = \frac{3\Pi}{4}$$

$$\Sigma\, A_n^4 + 3\Pi\, \Sigma\, A_m^2 \,.\, A_n^2 \qquad (9)$$

where $m = n \pm 1$.

Now according to equations (7 and (8 and taking the integrations (9 into consideration, the total strain energy will be given by:

$$V + V_s = \frac{\Pi EI}{2r^3}\, \Sigma\, (n^2-1)^2 \,.\, A_n^2 + \frac{\Pi c . r}{2a}\, \Sigma\, A_n^2 \qquad (10)$$

On the other hand, the work done by the moment M_p is

$$W_p = \int \frac{M_p^2\, ds}{2EI} = \frac{p^2 r^3}{2EI} \int_0^{2\Pi} y^2 d\theta$$

$$y^2\, d\theta = \frac{\Pi\, p^2 r^3}{2EI}\, \Sigma\, A_n^2 \,, \qquad (11)$$

while the work done by the moment M_s is

$$W_s = \int \frac{M_s^2\, ds}{2EI} = \frac{c^2 r^3}{2EI\, a^2} \int_0^{2\Pi} y^4\, d\theta$$

$$= \frac{3\Pi\, c^2 r^3}{2EI\, a^2} \,.\, \left(\frac{1}{4}\, \Sigma\, A_n^4 + \Sigma\, A_m^2\, A_n^2\right) \qquad (12)$$

By equating the total strain energy to the total work done and noticing that work done due to p_s is of opposite sign to that due to p; both acting in opposite direction; an expression for the external pressure p can be obtained from equations (10, (11 and (12, thus

$$p^2 = \frac{\left(\frac{EI}{r^3}\right)^2\, \Sigma\, (n^2-1)^2 . A_n^2 + \frac{EIc}{ar^2}\, \Sigma\, A_n^2 + \frac{3c^2}{4a^2} \,.\, (\Sigma\, A_n^4 + \Sigma\, A_m^2\, A_n^2)}{\Sigma\, A_n^2} \qquad (13)$$

For the special case where the ring is unsupported in its plane, this means c=O, expression (13 becomes

$$p^2 = \left(\frac{EI}{r^3}\right)^2 . \frac{\Sigma\, (n^2-1)^2 . A_n^2 .}{\Sigma\, A_n^2} \qquad (14a)$$

The min. value of p is obtained by substituting n=2 and thus the critical external pressure will be

$$p_{cr}^2 = 9 \,.\, \left(\frac{EI}{r^3}\right)^2 \text{ or } p_{cr} = \frac{3EI}{r^3} \;{}^{*4} \qquad (14b)$$

which is the well known expression for the critical pressure on a circular uniform ring.

Further, since the last case is only a special one of the general expression given by (13, which must be also fulfilled for the same values of n, and since all the terms of the expression are positive, therefore n must be equal to 2 while $A_m = A_1 = O$. This is evident since $m = n \pm 1$ and min. number of terms should be taken into consideration.

The general expression becomes; for min. value of p_{cr};

$$p_{cr}^2 = \left(\frac{3EI}{r^3}\right)^2 + \frac{EIc}{ar^2} + \frac{3c^2}{4a^2} \,.\, A_2^2 . \qquad (15)$$

But, as previously mentioned, A_n represents ordinates of deflection waves which are very small quantities. Also in most practical cases, c^2/a^2 is small compared to the other terms on the R.H.S. of equation (15 and could be neglected. *5

*4 A. Föppl and L. Föppl; Drang und Zwang, Vol. II, 4th Edition, p. 383, Berlin 1944.

*5 See example in appendix No. 1.

The resistance of an elastic support to the action of unit load will be denoted by "c" and the length of the circumference of the ring between two consecutive ribs by "a".

If the deflection of the support due to a unit load is "y_1", the constant c of the support will be $c = 1/y_1$ unit load/unit deflection. Accordingly the distributed resistance*1 of the supports will be given by :

$$p_s = \frac{c}{a} \cdot y \tag{1}$$

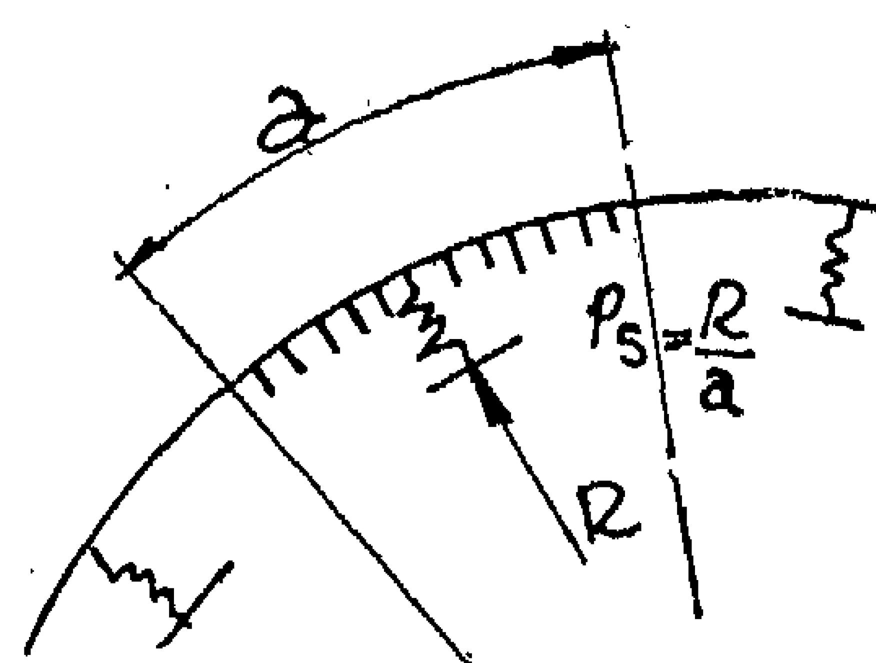


FIG 2

2. CALCULATION OF MOMENTS IN THE RING

The underformed ring is affected by no moment as long as the negligibly small deformations due to contraction of the middle line of the ring is not taken into consideration. In this case the line of pressure coincides with the centre line of the ring and the constant normal force acting on the cross section of the ring will be.

$$N_p = p.r \tag{2}$$

Now, if the ring looses its original circular shape for any reason, moments developed are found; with a reasonable degree of accuracy when neglecting higher orders of small quantities; to be proportional to the radial deflection y, thus,

$$M_p = p.r.y \tag{3}$$

Similarly the moment due to the assumed uniformly distributed resistance of the elastic supports can be given by :

$$M_s = \frac{c}{a} . r . y^2 . \tag{4}$$

3. Application of strain energy method

The radial deflections can be expressed by a trigonometric series of the form

$$y = \Sigma A_n \cos n\Theta \tag{5}$$

where A_n represents the max. ordinate in the deflection wave of the various buckling conditions to which the ring may change its shape.

Further, the differential equation of the deflected centre line of the ring can be given by *2 :

$$M = - \frac{EI}{r^2} . \left(\frac{d^2y}{d\theta^2} + y\right) . \tag{6}$$

The bending strain energy of the circular ring when it deflects is :

$$V = \int_0^{2\Pi} \frac{M^2 ds}{2EI} = \frac{EI}{2r^3} . \int_0^{2\Pi} \left(\frac{d^2y}{d\theta^2} + y\right)^2 d\theta \tag{7}$$

Similarly the bending strain energy of the ring resulting from the elastic resistance of the supports is :

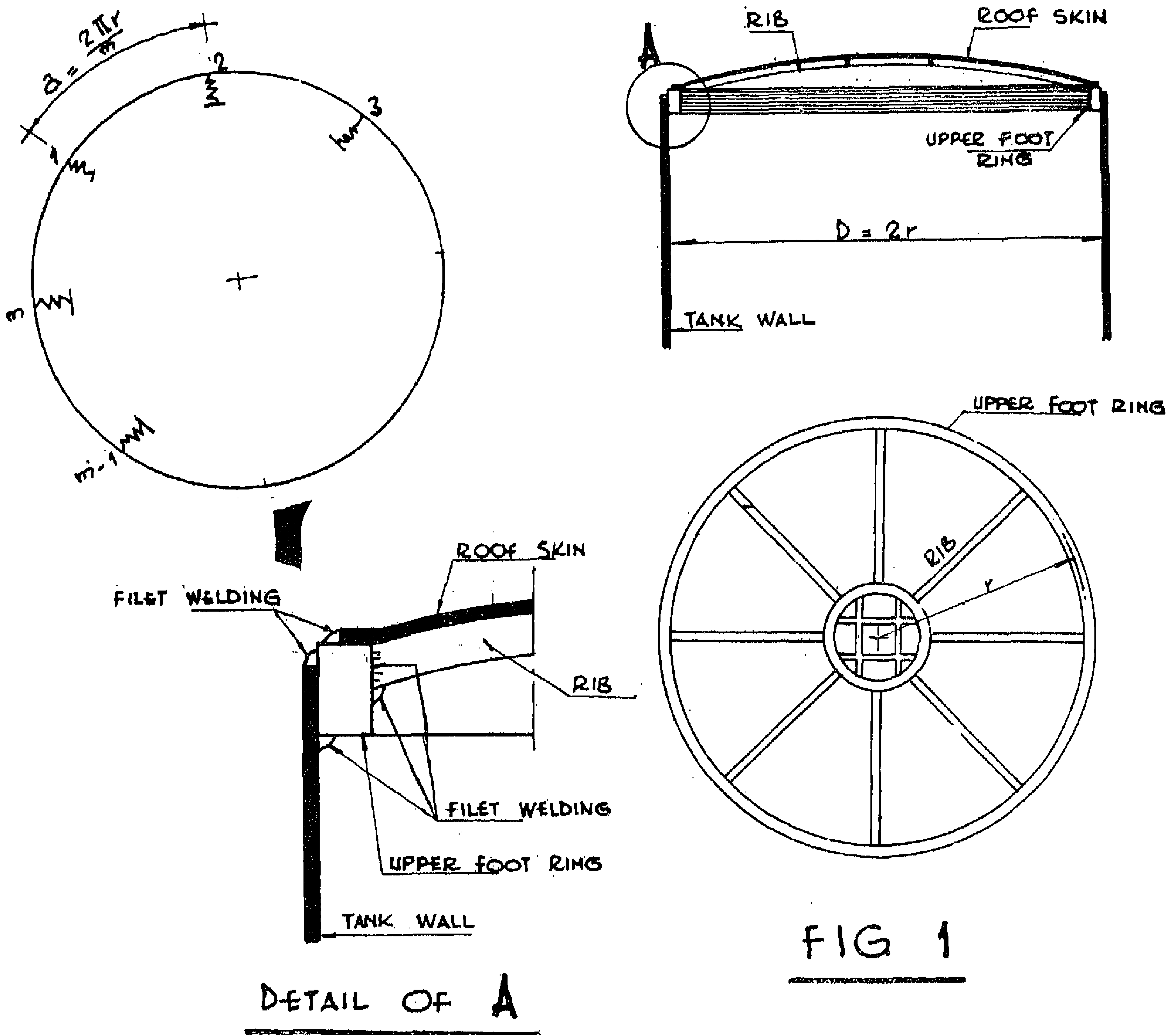
$$V_s = \int_0^{2\Pi} \left(\frac{c}{a} . y\right) . \tfrac{1}{2}y . ds = \frac{c.r}{2a} . \int_0^{2\Pi} y^2 d\theta \quad *3 \tag{8}$$

*1 Such an assumption of uniform distributed resistance of supports has has been made by F. Engesser in his publication on stability of top chord members in a piney truss: Zentralblatt der Bauverwaltung 1884.

*2 See also lectures on metallic bridges at the faculty of Eng. Assiut University.

*3 See S. Timoshenko, Theory of elastic stability; pages 206 and 109 respectively.

II. STABILITY OF A UNIFORMLY COMPRESSED CIRCULAR RING ELASTICALLY SUPPORTED IN ITS PLANE



DETAIL OF A

FIG 1

1. ASSUMPTIONS

A circular ring of radius r and constant rigidity EI is supported radially by means of m elastic supports lying in the same plane of the circular midline of the ring. The thickness of the ring is very small with respect to the radius of its middle centre line. The ring is further not allowed to buckle outside its plane; since it is welded to the wall of the tank; and neglecting the small thickness of the upper coarse of the wall, it is required to find the uniform radial pressure p_{cr} at which the ring looses its circular shape and buckles in its plane. In solving this problem it will be assumed that the elastic reactions are uniformly distributed over the circumference of the ring (fig. 2).

STABILITY OF A CIRCULAR RING ELASTICALLY SUPPORTED IN ITS PLANE UNDER UNIFORM RADIAL PRESSURE

By

Dr. M.H. KHORSHED
Prof. at the Faculty of Engineering.
Assiut University

I. SYNOPSIS

Recently big cylindrical steel tanks are built up for the sake of storing liquids, specially oils and benzine. These tanks — generally vertical ones — consist of three main elements; circular plane floor, cylindrical wall and a spherical roof.

The spherical roof is generally constructed as a ribbed dome with a circular foot ring at its lower part resting on the top of the tank wall. The rib construction is covered with a thin steel skin welded at the circumference of the foot ring only (fig. 1).

The statical calculations of the roof structure is carried out for two cases of loading :

Case 1 :

Loads due to own weight, probable live loads and relief of inside pressure; which occurs in such cases as benzine tanks with pressure valves; are taken into consideration. The resultant of all these loads acts downwards.

Case 2 :

The own weight of the roof skin without ribs, wind suction and internal over pressure; as in case of explosion for instance; are to be considered in the design of the roof. The resultant of all forces is acting upwards.

In the first case; resultant acting downwards; the roof steel plates bear upon the ribs and are subject to radial outward forces and therefore the foot ring acts as a tension ring.

In the second case of loading; resultant acting upwards; the roof skin is assumed to loose contact with the ribs and therefore could be considered as a spherical shell. The foot ring will be thus subject to a uniform allround pressure rendering it to a compression ring and special care should then be taken in analysing it on account of the stability effect.

The usual method of considering the stability of the foot ring is to treat it as a circular girder subject a uniformly distributed pressure assuming that the ribs provide no restraint to it. It will be shown that this assumption generally leads to a conservative design.

The object of this paper is to study the effect of roof ribs on the stability of the foot ring so that a more rational and economical design of foot rings in vertical steel tanks may be achieved.

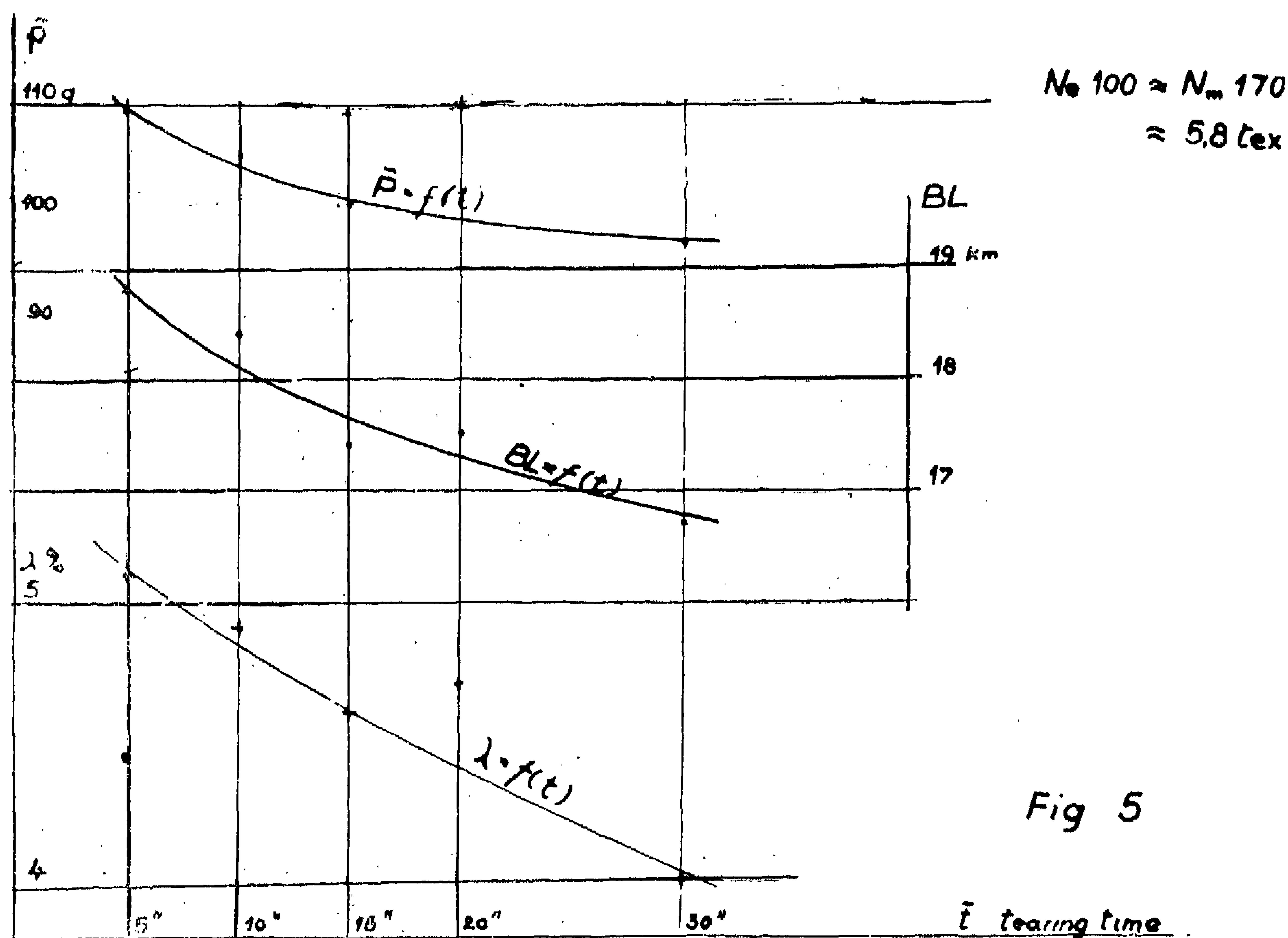


Fig 5

The breaking length at 5 seconds tearing are higher as follows :

Ne 1000	+ 8 %
Ne 42	+ 11 %
Ne 16	+ 11 %

The decrease at longer tearing times related to the values at 20 seconds is not significant. The curves seem to tend to the horizontal.

The elongation at break seems to be also influenced by the tearing time.

Testing a yarn at higher speed the elongation per cent value may give a false information about the quality of the yarn.

III. CONCLUSIONS

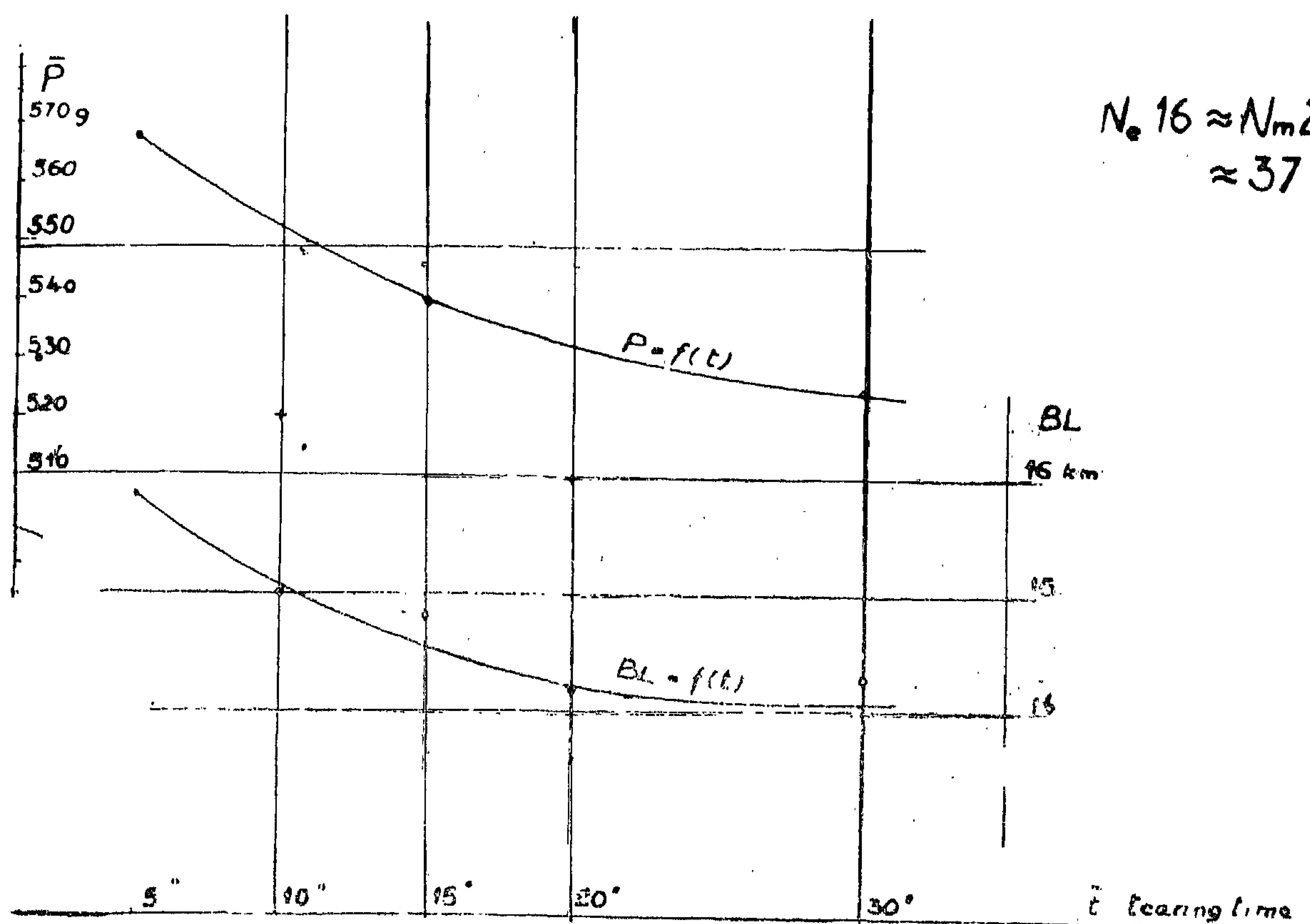
i. No comparison of the quality can be undertaken when similar yarns are tested on similar instruments, but at different tearing time.

ii. At shorter tearing time the yarn looks stronger than effectively it is.

iii. The tearing time modifies also the rate of elongation. Higher speed makes the yarn look like more resilient.

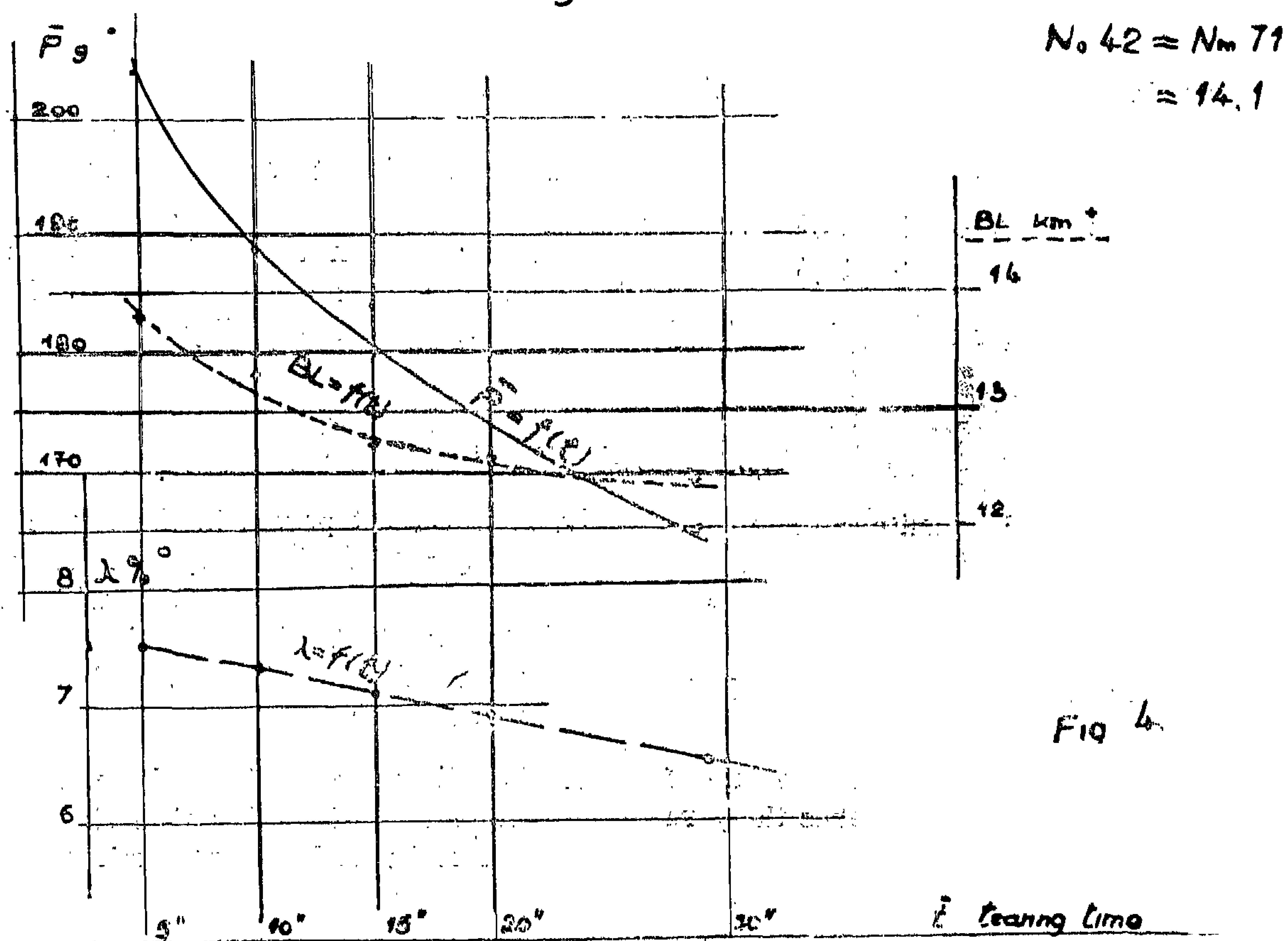
iv. However not proved in the course of this study, the pendulum type testers are delivering similar data only with the difference that the respective curves can not be fitted to the curves of an inclined plane tester.

v. No allowance can be made from standard in respect of tearing time if comparison has to be made on international level,



P̄
570 g
560
550
540
530
520
510
$N_e\ 16 \approx Nm\ 27$
≈ 37 tex
P = f(t)
BL
16 km
15
BL = f(t)
5"
10"
15"
20"
30"
t̄ tearing time

Fig 3



P̄ g
200
180
170
$N_e\ 42 \approx Nm\ 71$
≈ 14.1
BL km
14
13
12
BL = f(t)
λ %
8
7
6
λ = f(t)
5"
10"
15"
20"
30"
t̄ tearing time

Fig 4

turning around its pivoted end. The movement of the plan is controlled by a supporting roll which is descending with *adjustable* but with a *constant* speed.

The "W" carriage has a fine wire connection to the upper clamped end of the yarn (by wire and disc.)

As soon as the plane is inclined to the horizon a component force (P) is pulling the yarn.

When (L) of descend generates one unit of (P) pulling force. Two (L) generate two unit (P) forces.

By that — if the mechanism acts like that — the rate of loading increases linearly in time.

The equations in the sketch are explaining the working conditions of the inclined plane testers which are working with *"constant rate of loading"*.

II. Experiments performed on different yarn at different tearing times :

An Uster Dynamometer as used for the purpose of the experiments.

The type of yarn served as test specimens were : Ne 100 (Nm 170,5.8 Tex) ; Ne 42 (Nm 71,14.1 Tex); Ne 16 (Nm 27,37 Tex) cotton yarns.

The Dynamometer was adjusted before each test, to the following tearing times (approximate values) :

5	Seconds
10	"
15	"
20	"
30	"

At each test and yarn the result was estimated from the addition and classification of 500 single measurements.

Unvortunately the relative humidity and room temperature could not be kept constant, there fore correction factors taken from tables were used at the calculations.

The numberical values can be seen in the appendicies.

In diagram — from the results are plotted in the charts :

Chart N° 3	for Ne 100
Chart N° 4	for Ne 42
Chart N° 5	for Ne 16

All the three charts show up the same correlation between strength and tearing time. There is some scattering of the values at the yarn Ne 16 but also in this case the values at longer tearing times are lower compared to the 5 second values.

i., $\alpha = 0$ $\qquad P = 0$

ii., $\alpha = \alpha_2$ $\sin \alpha_1 = \dfrac{P_1}{W}$; P_1 W sin α_1

l_1 descend in one unit time (t_1 —t_o).

$$\frac{l_1}{R} = \sin \alpha_1$$

iii., $\alpha = \alpha_2$

$$l_2 = 2\, l_1$$

$\dfrac{2\, l_1}{R} = \sin \alpha_2$ as $2 l_1$, descend takes place in two unit times.

iv., and so on

z
z
z

in $t_1 - t_o$ time $= 1\ t$; $\quad P_1 = W \dfrac{l_1}{R}$

in $t_2 - t_o$ time $= 2\ t$; $\quad P_2 = W \dfrac{l_2}{R}$

in $t_3 - t_o$ time $= 3\ t$; $\quad P_3 = W \dfrac{l_3}{R}$

and so on

Therefore if "l" is increased linearly, load is increasing similarly.

$t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = t_3 - t_2 =$ const.

in one unit time descend $= l_1$

in two units $= l_2 = 2l_1$

. $= l_3 = 3l_1$

.

.

Fig 2

developed where the rate of loading per unit time and the rate of extention can be adjusted accordingly to the requirements. Also at these types the results can be influenced by the "time factor" therefore a series of experiments were organised about which we shall be reporting in the second part of this study.

The handicaps of the pendlum type instruments :

Pendulums which deliver the necessary hinderance at yarn tearing can be very differently dimensioned.

i. small weight W'; long arm R'; short lever l'.

ii. great weight W'; short arm R"; short lever l" etc.

The tested yarn may break on all this instrument at different swung out position of the pendulum.

No argument is needed to show the correctness of the statement that instruments of different designs have to show p different strength characteristics of the same yarn at the ame climatical conditions.

In a pendulum type instrument the tested yarn conveys the pulling force of the dead weight load to the pendulum. At the beginning of the loading the angular velocity of the pendulum is low as the elongation of the yarn compensates for the yarn displacement caused by the loading.

As greater and greater pulling forces are acting on the yarn the pendulum has to be accelarated at greater and greater angles.

The momentum is increasing sinousoidal but additional forces are needed to over step the dynamical forces of the pendulum in swung out possitions at greater angles.

These . forces must be conveyed by the tensioned yarn piece where the tested yarn is already extended and elongated, e.g. its cross section reduced, original length extended, volume constant. The consequency of this is that the force at which the yarn breaks depends on the swung out pendulum (angle) and on its intertia. Last but not least also on the speed at which the pendulum has to turn around its pivot. The yarn which was torn :

1. Conveyed the static and dynamic forces needed for the generation of the reaction forces.
2. Broke at its weakest point.
3. Was already thinned in cross section.

The calibration of the instrument scale is always undertaken with static loading (weights fixed to the end of the lever 'l'). At effective measurement the strength is tested at dynamical conditions and on a strongly modified yarn body.

All these factors are different at various instrument designs not to speak about the effect of the non uniformly applied tearing time.

These are the causes why two pendulum type yarn testing instruments are never giving at the same yarn the same tensile strength.

Inclined plane tensile strength testers :

The most modern tester is where the rate of loading or the rate of extension of the specimen in unit time can be adjusted according to the requirements.

The constant rate of extension type instruments are rather complicated and not yet generally applied (only for reasearch purposes). The constant rate of loading type instruments are already spreading in mills and are better known from their cover name as "inclined plane tester".

The fame of this type of instruments is based on a very simple geometry. The following sktech is giving the details.

The body "W" is a carriage running on fine rails. The rail is on a metal plane which is

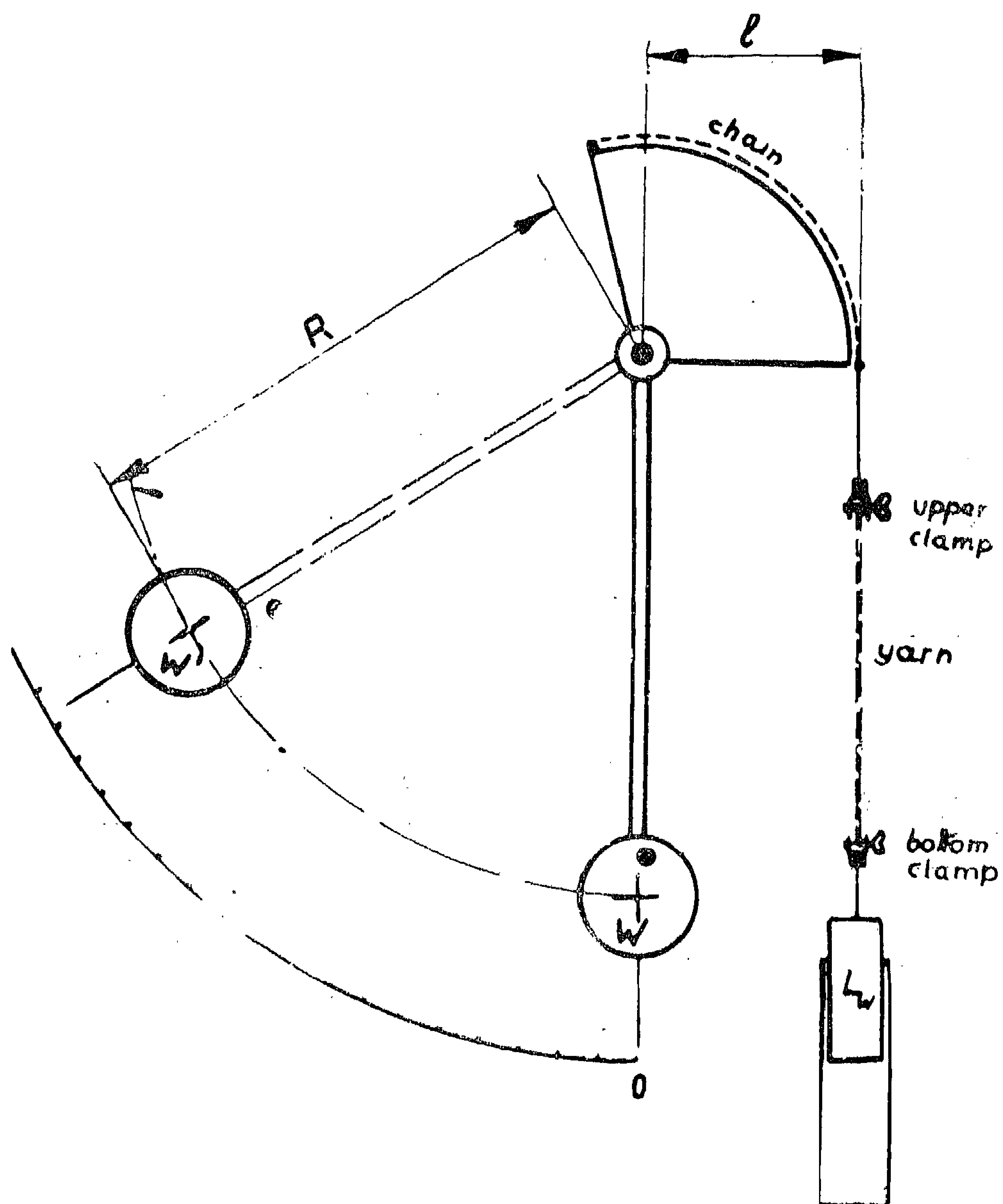

l
chain
R
upper clamp
yarn
bottom clamp
W
L_w
0
L_w - dead weight descending with constant speed

Fig 1

THE INFLUENCE OF TEARING TIME ON THE TENSILE STRENGTH CHARACTERISTICS OF THE YARN TESTED

By

HUSSEIN RIAD SALAMA, NRC/TD.

EXTRACT :

Yarns were tested at different tearing times on an inclined plane-type tensile-strength-tester (Uster Automatic Dynamometer) and learned that the practice applied in some mills, the yarns to be tested within short time is leading to extremely high strength values which must not be used for commercial purposes.

The standard, the appr. 20 seconds tearing time should be uniformly applied in all the mills and at checking stations in order to enable a true comparison.

INTRODUCTION :

For the purpose of yarn strength testing the simplest method is the tearing of some pieces of yarn by hand.

In a spining mil the technologists are using this simple method even today, because it gives an immediate and approximate about the quality of the running yarn. The technologist is able to judge from such a simple test :

i. The approximate level of the strength.

ii. The regularity of the yarns.

iii. The yarn appearance.

If subsequent pieces of the yarn show up different tearing forces, the technologist in charge is easily deducing the quality, and immediate corrective action can be undertaken if necessary.

It is quite natural that no numerical values can be estimated by this practical method however some information can be collceted by it in a running mill.

Already at very early developmental stage of the textile industry instruments were used for the measurement of the yarn strength characteristic.

Pendulum type instruments with dead weight loading :

The simplest was the "pendulum type" which found on early introduction into the industry.

The basic element of this type of instrument can be seen on the following sketch.

The dead weight is pulling the yarn at constant speed until the swinging pendulum reaches a position where the generated momentum and the upper clamp pulling force becomes higher than the strength of the weakest point of the clamped yarn piece, and at which instante the specimen breaks.

Up to now no other part of this type of instrument could have been standardised only the clamped yarn length (0.5 m. or 20") and the recommended tearing time (about 20 seconds). Therefore other instruments were

amount of steel area and a reduced effective depth in a lightweight concrete beam compared with a conventional gravel concrete beam. For example, the ratio of the 'economic' percentages of steel for permissible stresses of 70 kg/cm² and 1400kg/cm² in concrete and steel respectively is 1.22. The ratio of the effective depths of beams is 0.87. It is uneconomical to use an extra 22 per cent of steel area to resist the same bending moment and the smaller effective depth will also lead to increased deflection. It seems therefore advisable to select the effective depth as for a gravel concrete beam (i.e. with m = 15) and design the steel area with m = 30. For permissible stresses fcp = 70 kg/cm² and fsp = 1400 kg/cm², this means replacing the moment arm factor of 0.87 used in gravel concrete design with 0.80. An increase of only 8.5 per cent in the area of steel would result and there is still a saving in the dead load of the structure.

CONCLUSION

1. The ultimate loads of lightweight-aggregate beams can be satisfactorily calculated by using Whitney's theory.
2. Design by either the load factor method or the elastic method will give the required factor of safety against failure.
3. No further control of deflection except such as would be necessary with conventional gravel concrete beams is suggested.

REFERENCES

1. Evans, R.H. and Hardwick, T.R. : "Light weight Concrete with Sintered Clay Aggregates". R.C. Review, Vol. V, No. 6, 1960.
2. Short, A. : "The Use of Lightweight Concrete for R.C. Construction." R.C. Review, Vol. V, No. 3, 1959.
3. Evans, R.H. : "The Plastic Theories for the Ultimate Strength of R.C. Beams." Journal of Inst. of Civil Eng., Vol. 21-22, 1943.
4. Hummel, A. : "Das Beton-ABC." Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1958.

Beam No.	δ^* mm.	SPAN / δ	Beam No.	δ^* mm.	SPAN / δ
1	3.50	685	7	2.60	920
2	3.60	668	8	2.70	887
3	3.00	800	9	4.20	570
4	2.70	887	10	4.10	585
5	3.30	727	11	3.70	645
6	2.80	856	12	4.00	600

Fig. 2

δ^* = Measured Central Deflection at Design Loads

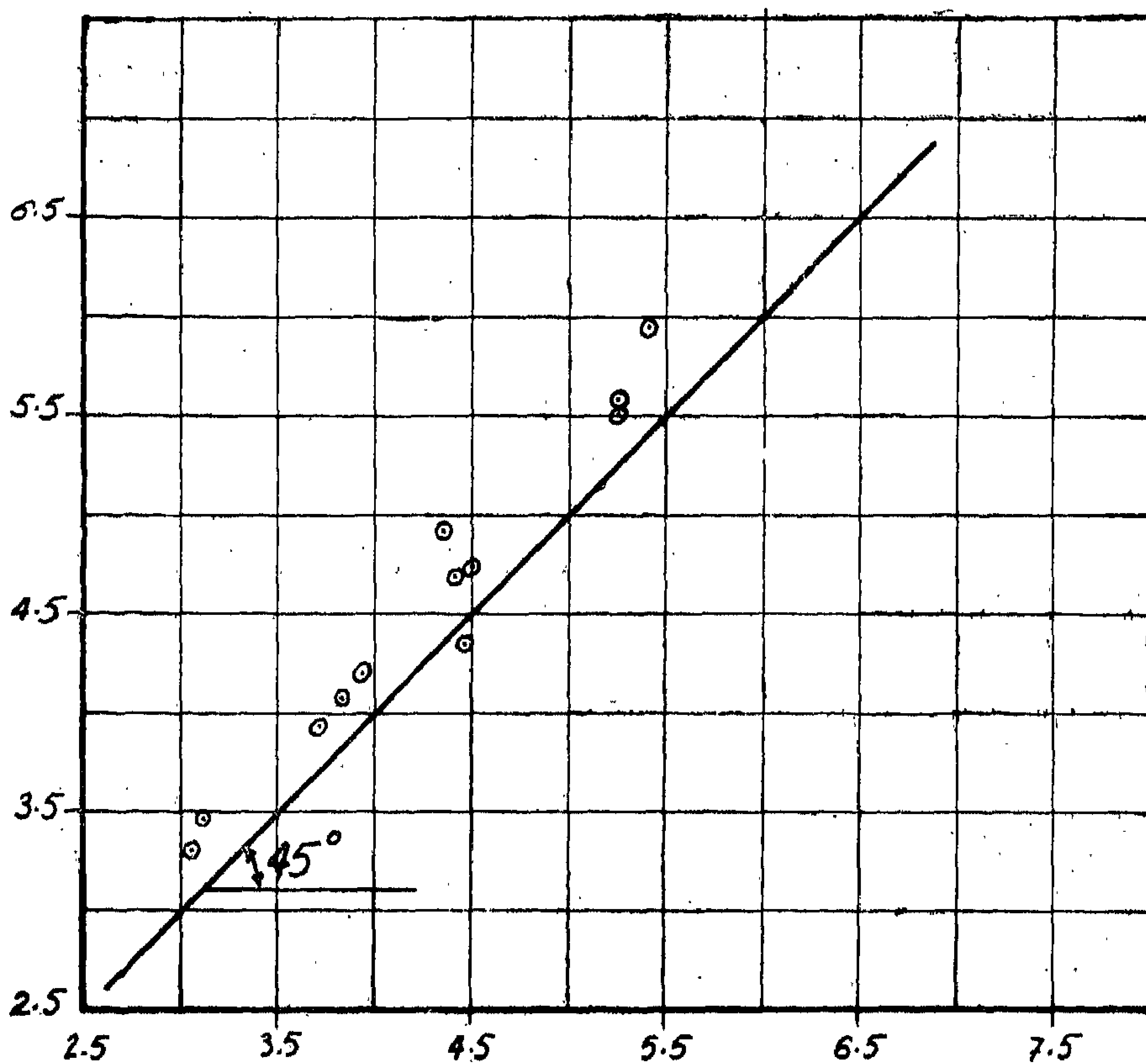


TABLE II

tions differing from the actual steel stresses at failure. The ultimate moments for a given beam section obtained by equation 1 depend largely on the value of fsy.

Because of the greater deflection due to low modulus of elasticity, the steel reinforcement undergoes a greater strain than in conventional gravel concrete. Consequently a higher steel stress is developed to offset the smaller moment arm. This makes it possible for under-reinforced concrete beams to develop similar strengths as conventional graval concrefe beams.

2. Load Factors

The tabulated design moments (Table I) were calculated from the following ultimate load factor equations :

$$M = As\ fsp\ [\ d - (3\ \ As\ \ fsp/4b\ \ fcp)\ ]$$

for under- reinforced beams,

and

$$M = \frac{1}{4}\ fcp\ bd^2$$ for over-reinforced beams.

In the calculation, fcp has been taken as 1/3 of the cube crushing strength; fsp = 1400 kg/cm² for mild steel bars and 2100 kg/cm² for high tensile steel bars. The beams have been classified under-reinforced or over-reinforced according to which of the two equations gives the smaller value.

The minimum load factor envisaged from the use of the above equations is 2. The load factors can be obtained for the permis-greater than 2. This shows that satisfactory load factors can be obtained for the permissible stresses chosen.

3 Deflection

The ratios of the span to measured deflections at design loads shown in Table II are satisfactory. A span-deflection ratio of 300 is usually the minimum acceptable in practice. The span-deflection ratios in Table II are higher than this, the minimum observed being 668 for beams reinforced with mild steel bars and 570 when high tensile steel bars are used. It seems better that the deflections in lightweight-aggregate concrete beams reinforced with high tensile steel bars could best be controlled by limiting the steel stress. No further control of deflection except such as would be necessary with conventional gravel concrete beams is necessary.

DISCUSSION

The following conditions are generally aimed at in the design of a structure :

(i) The deformation of the structure under working load should not be excessive.

(ii) The required load factor against failure must be obtained.

With regard to (ii), two methods are available for estimating the design load : the elastic and load factor methods. The elastic method requires a knowledge of the modular ratio $\frac{Es}{Ec}$. The value of Ec chosen must take any increase in stress due to creep into account. It has been shown (1) that a modular ratio of 30 could be used for calculating the design loads of lightweight concrete beams. With this value of modular ratio, the design loads obtained are similar to those calculated by using the load factor method. Test results in this investigation showed that the load factors were satisfactory when design loads were calculated by the load factor method. Hence the factor of safety against failure will be satisfactory with both methods of estimating the design loads.

A modular ratio of 30 has the disadvantage of giving increased design loads (compared with m = 15) at steel ratios greater than the 'economic' percentage of steel in conventional gravel concrete beams. Also, for a given bending moment and breadth of a beam, the use of m = 30 in design leads to a greater

TABLE I

Beam No.	Mix Cement/Aggr. Dry Vol. Ratio	Cube Strength Kg/Cm^2	Cylinder Strength Kg/Cm^2	Cylinder Cube Ratio	Reinforcement Type & Bar Size	A_s Cm^2	Yield Stress Kg/Cm^2	Beam Dimensions b	d	$\mu = \frac{A_s}{bd}$ % Steel Ratio	Type of Beam	Design Moment Kg.m	M_u = Ultimate Moment due to Applied Loads Kg.m.	M_{cal} = Calculated Ultimate Moment Kg.m.	$\frac{M_u}{M_{cal}}$	Load Factor	Type of Failure
1	1:4.0	226	203	0.90	3φ14 M.S.	4.62	2960	16.0	25.0	1.15	Under-reinforced	1.35×10^3	3.30×10^3	3.08×10^3	1.07	2.45	Tension
2	1:4.0	209	204	0.97	3φ14 M.S.	4.62	2960	16.0	25.1	1.15	Under-reinforced	1.34×10^3	3.48×10^3	3.10×10^3	1.12	2.58	Tension
3	1:4.5	210	149	0.71	3φ16 M.S.	6.03	3000	16.0	25.0	1.50	Under-reinforced	1.64×10^3	3.88×10^3	3.70×10^3	1.05	2.36	Tension
4	1:4.5	200	160	0.80	3φ16 M.S.	6.03	3000	16.0	25.0	1.50	Under-reinforced	1.60×10^3	4.16×10^3	3.78×10^3	1.10	2.60	Tension
5	1:4.5	208	159	0.76	2φ22 M.S.	7.60	2900	16.0	24.8	1.91	Over-reinforced	1.72×10^3	4.70×10^3	4.40×10^3	1.07	2.72	Tension
6	1:4.6	201	166	0.83	2φ22 M.S.	7.60	2900	16.0	25.1	1.89	Over-reinforced	1.67×10^3	4.77×10^3	4.50×10^3	1.06	2.85	Tension
7	1:5.0	164	131	0.80	3φ20 M.S.	9.42	3000	16.0	24.9	2.37	Over-reinforced	1.37×10^3	4.31×10^3	4.40×10^3	0.98	3.14	Compression
8	1:4.5	212	162	0.76	3φ20 M.S.	9.42	3000	16.0	25.0	2.35	Over-reinforced	1.77×10^3	5.50×10^3	5.25×10^3	1.03	2.95	Tension
9	1:5.4	150	120	0.80	3φ14 H.T.S.	4.62	4500	16.0	25.0	1.15	Over-reinforced	1.25×10^3	4.20×10^3	3.87×10^3	1.08	3.37	Tension
10	1:4.0	220	187	0.85	3φ14 H.T.S.	4.62	4500	16.0	25.0	1.15	Balanced	1.83×10^3	4.88×10^3	4.35×10^3	1.12	2.66	Tension
11	1:4.0	229	176	0.77	3φ16 H.T.S.	6.03	4500	16.0	25.1	1.50	Over-reinforced	1.90×10^3	5.56×10^3	5.25×10^3	1.06	2.93	Tension
12	1:4.0	238	198	0.83	3φ16 H.T.S.	6.03	4500	16.0	25.0	1.50	Over-reinforced	1.98×10^3	5.94×10^3	5.40×10^3	1.10	3.00	Tension

TEST PROGRAMME

Twelve beams reinforced with varying steel percentages of mild steel and high tensile steel were tested. All the beams were designed to fail in flexure either by the steel yielding or by the failure of the concrete in compression. The details of arrangement of reinforcement for the beams are shown in Fig. 1. The beams section was chosen to permit the use of large diameter bars so as to facilitate the study of the cracking characteristics that could occur in practice. The details of the concrete and steel reinforcements are shown in Table 1. Ordinary portland cement was used in all beams. The beams were cured under damp hessian for two days and then left uncovered in the laboratory until tested. At least three cubes and two cylinders were cast with each beam.

METHOD OF TESTING

The beams were simply supported over a span of 240 cms. The load was applied through a spreader steel beam resting on two rollers placed on flat packing plates at 40 cms. on either side of the midspan.

Two cycles of loading were applied to the beams before they were finally tested to failure. The first and second cycles of loading consisted of loading up to the calculated design load and to twice the design load respectively. Deflections were measured at suitable increments of loading during the two cycles of loading.

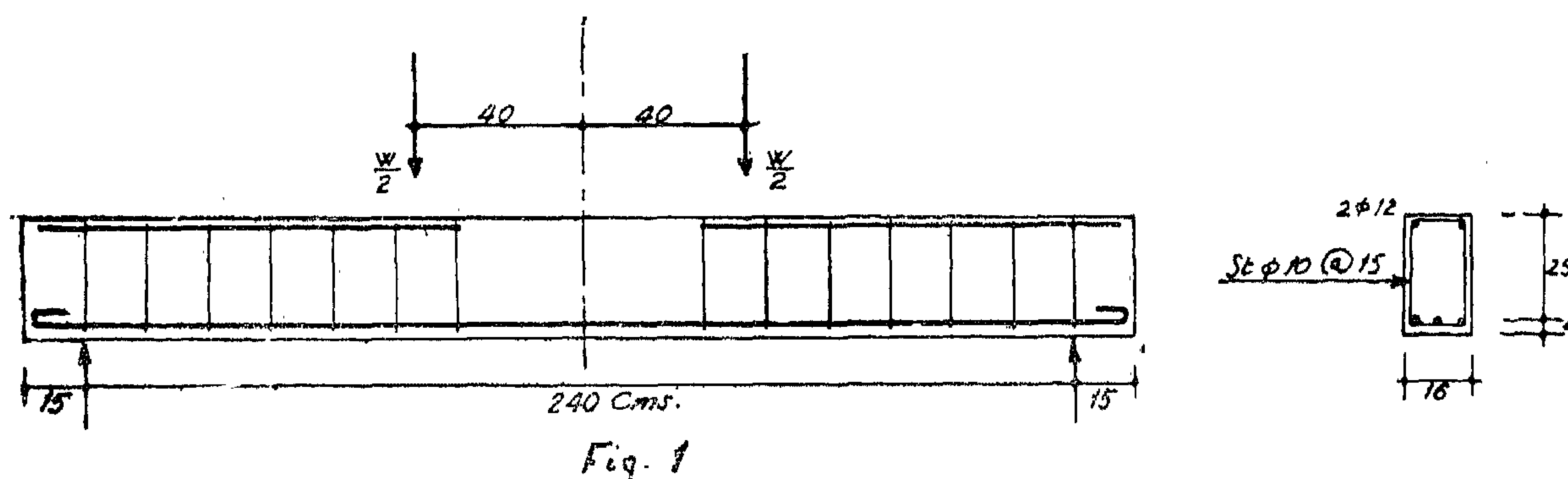


Fig. 1

ANALYSIS OF TEST RESULTS

1. Ultimate Loads.

Details of the ultimate load capacity and modes of failure of the beams are shown in Table I.

The calculated ultimate moments Mcal in Table I were obtained from Whitney's equation for the ultimate strength of R..C beams, namely :

$$Mu/bd^2 = \mu \; fsy[1 - (0.59 \; fsy/f'c)] \qquad (1)$$

for beams failing in tension, and

$$Mu/bd^2 = 0.33 \; fc' \qquad (2)$$

for beams failing in compression.

A beam has been classified as failing in tension if the ultimate moment given by equation 1 is smaller than that given by equation 2, and as compression failure if otherwise.

Comparison of the actual ultimate moments with the calculated ultimate moment is made in Fig. 2. This shows that the actual ultimate moments are higher than the calculated moments for 11 beams out of the 12 beams. For these 11 beams the ratios Mu/Mcal range from 1.03 to 1.12. The difference between the actual and calculated ultimate moments for the beams failing in tension is probably due to the steel stresses used in the calcula-

BEHAVIOUR IN FLEXURE OF REINFORCED LIGHTWEIGHT-AGGREGATE CONCRETE BEAMS

by

Dr. Ing. A.R. EL-SHAKHS,
Asst. Professor
College of Advanced Technology
Tripoli, Libya

The economic advantage in the use of lightweight concrete lies in the reduction in initial cost due to improved thermal insulation. Hence its increasing popularity for the construction of low-cost housing, where it is extensively used.

Consideration should be given to the use of lightweight concrete for structural beams for a number of reasons, all derived from the reduction in dead weight. By reducing the dead weight, the length of spans considered feasible to precast construction can be increased. From the production angle, reduction in dead weight leads to a saving in steel and concrete; from the constructional point of view it leads to easier handling, transportation and erection.

During the past few years pellets of pulverised-fuel ash for use as aggregate were made in Austria under licence from the U.S.A. patentees of the process. The properties of the lightweight-aggregate concrete and the behaviour of R.C. members made with it have been investigated in the Department of Civil Engineering of the High Technical School of Graz. The results of tests on R.C. beams made as part of this investigation are presented in this paper and a study has been made of the ultimate load and deflection.

NOTATION

As	=	area of steel.
b	=	width of beam.
d	=	effective depth of beam.
Ec	=	modulus of elasticity of concrete.
Es	=	modulus of elasticity of steel.
fc	=	cube crushing strength of concrete at 28 days.
fc'	=	cylinder crushing strength of concrete at 28 days.
fcp	=	permissible concrete stress.
fsp	=	permissible steel stress.
M	=	bending moment.
M_u	=	ultimate moment due to applied loads.
Mcal	=	calculated ultimate moment.
μ	=	steel ratio, $\frac{As}{bd}$

6. Prestressing of Cylindrical Shell Roofs.

The prestressing of cylindrical shell roofs wil provide the following advantages :

1. Cracks will be prevented under the working load. The behaviour of the roof will then be close to the elastic behaviour assumed in the analysis.

2. For a shell roof with prestressed edge beams, Fig. 18, it can be seen from the conditions of compatibility that additional edge forces are created on the shell due to prestressing. These edge forces reduce the transverse bending moment in the shell, and reduce consequently the transverse deformations.

   For prestressed shell without edge beams this advantage will still be existing on a smaller scale.

3. Because of reducing the transverse deformations of the shell the danger of local buckling is reduced.

Due to the above advantages, prestressed shells can be constructed with bigger spans and with smaller dimensions of edge ribs as can be seen from the comparisons in Fig. 4. Fig. 19 shows the arrangement of prestressing cables in some types of shells.

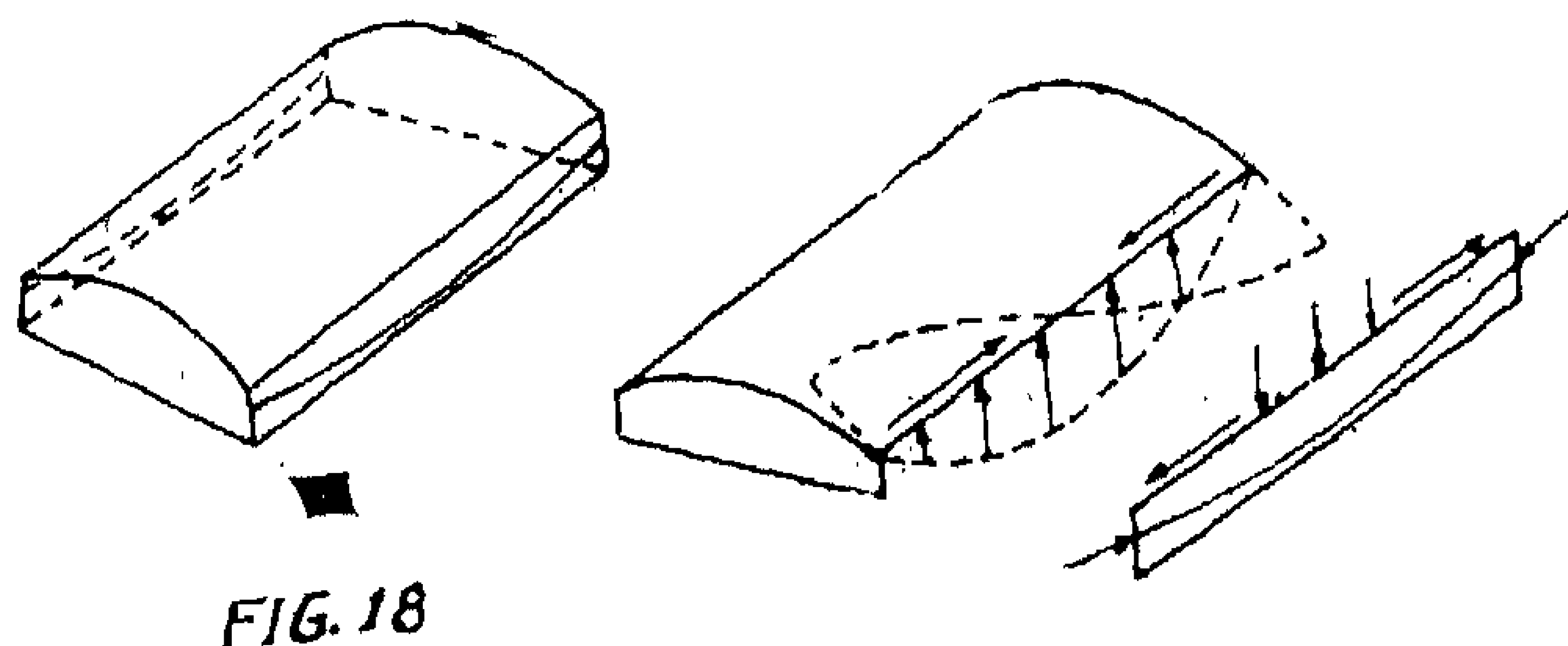


FIG. 18

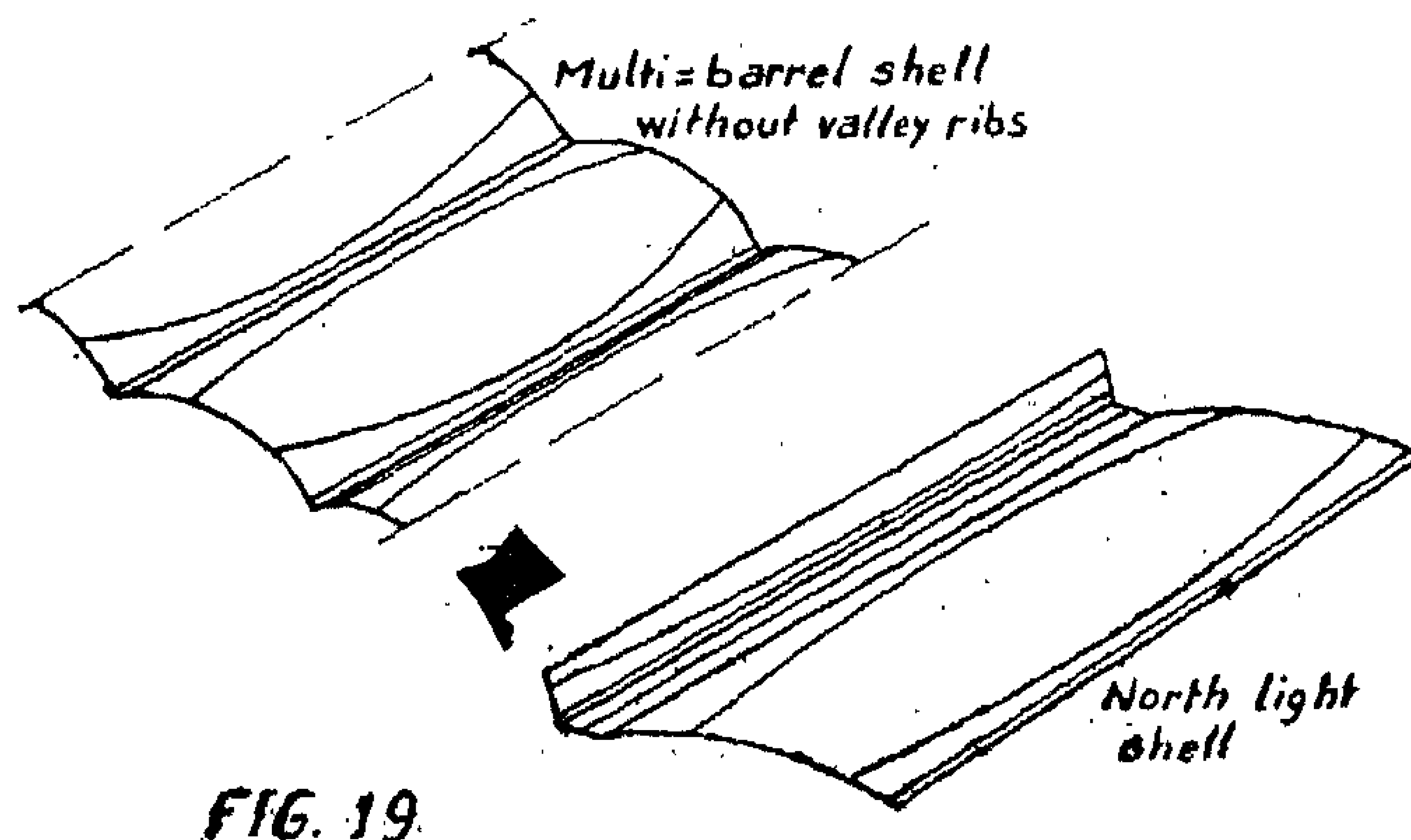


FIG. 19

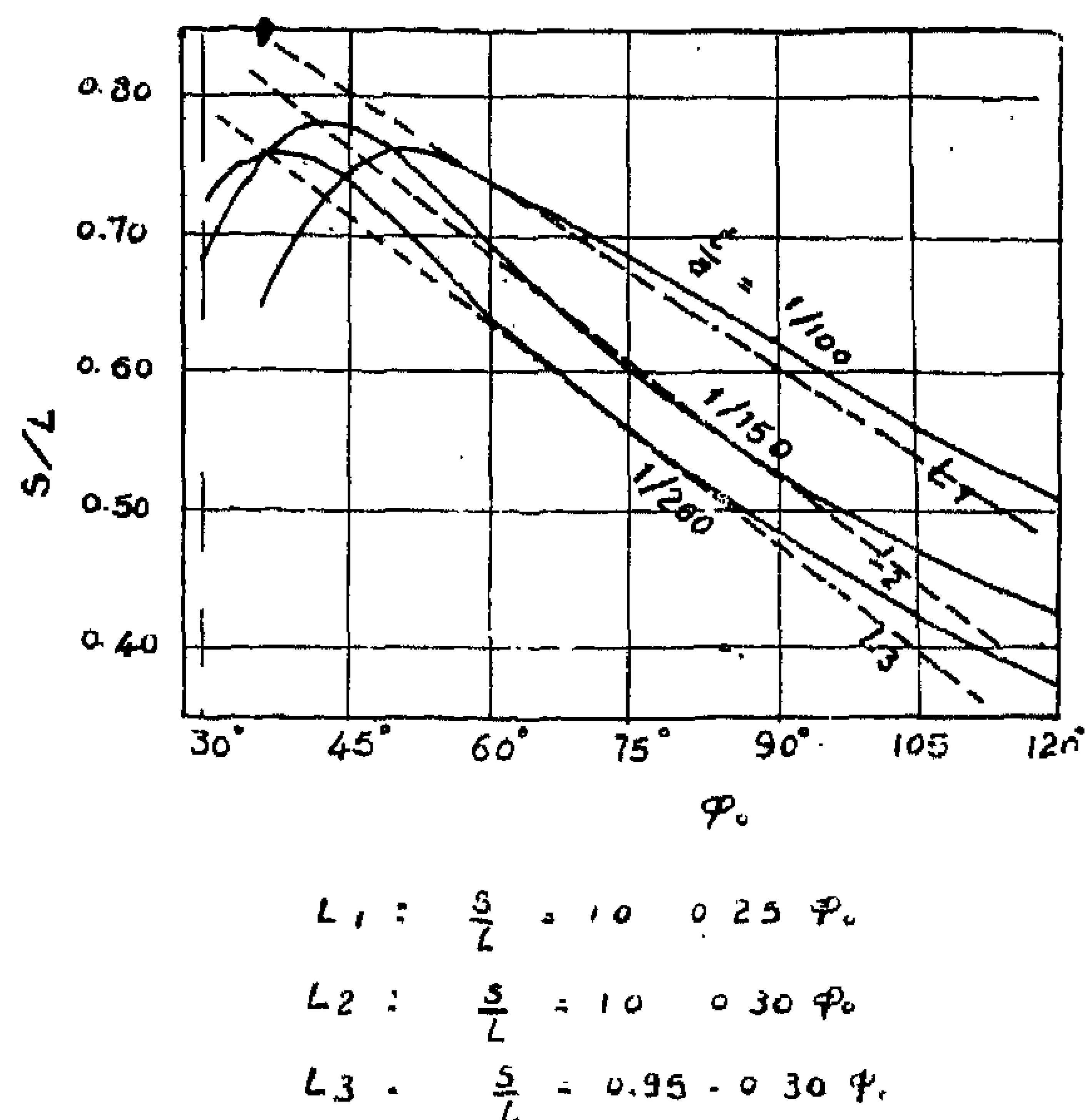


FIG. 16

5.3 Arch Calculation :

A strip with unit width ($\Delta x = 1$) will be considered as an arch, which is in equilibrium under the action of the external loads and the shear differences $\frac{\partial N_{x\varphi}}{\partial x}$

$$\frac{\partial N_{x\varphi}}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{Q S}{I} = \frac{P S}{I}$$

The arch may be statically determinate (single shell) or indeterminate (e.g. internal shell). Proceeding in a similar manner as for arches we obtain the transverse moment M_φ and thrust N_φ.

5.4 Limits of Validity of the Beam Method :

In Fig. 15 a comparison is given between N_x and M_φ calculated by the exact solution of Dischinger and by the beam method for internal shells without valley ribs.

It has been found that for shells with the ratio $\frac{s}{L}$ equal to or smaller than the values given by the curves in Fig. 16, the error in M_φ will be smaller than about 15 %. with respect to the beam calculation of the same shells, the error in the total tension below the neutral axis is smaller than 5 %.(6) The curves of Fig. 16 may then be considered as the limits of validity of the beam method for the indicated type of shells. For the most commonly used shells with $60° \leqq \varphi_0 \leqq 120°$, these limits can be approximated by simple formulae as follows :

$$\text{For } \frac{t}{a} = \frac{1}{100} : \frac{s}{L} \leqq 1.0 - 0.25\,\varphi_0$$

$$\text{For } \frac{t}{a} = \frac{1}{150} : \frac{s}{L} \leqq 1.0 - 0.30\,\varphi_0$$

$$\text{For } \frac{t}{a} = \frac{1}{200} \quad \frac{s}{L} \leqq 0.95 - 0.30\,\varphi_0$$

where φ_0 is the central angle in radians.

$s = a\,\varphi_0$

5.4 Analysis of North Light Shells with the Beam Method :

For north light shells, the results of the simple beam method illustrated above may deviate much from the more exact calculations of the shell theory. But the solution may be appreciably improver by taking the deformations of the cross section into consideration.(7)

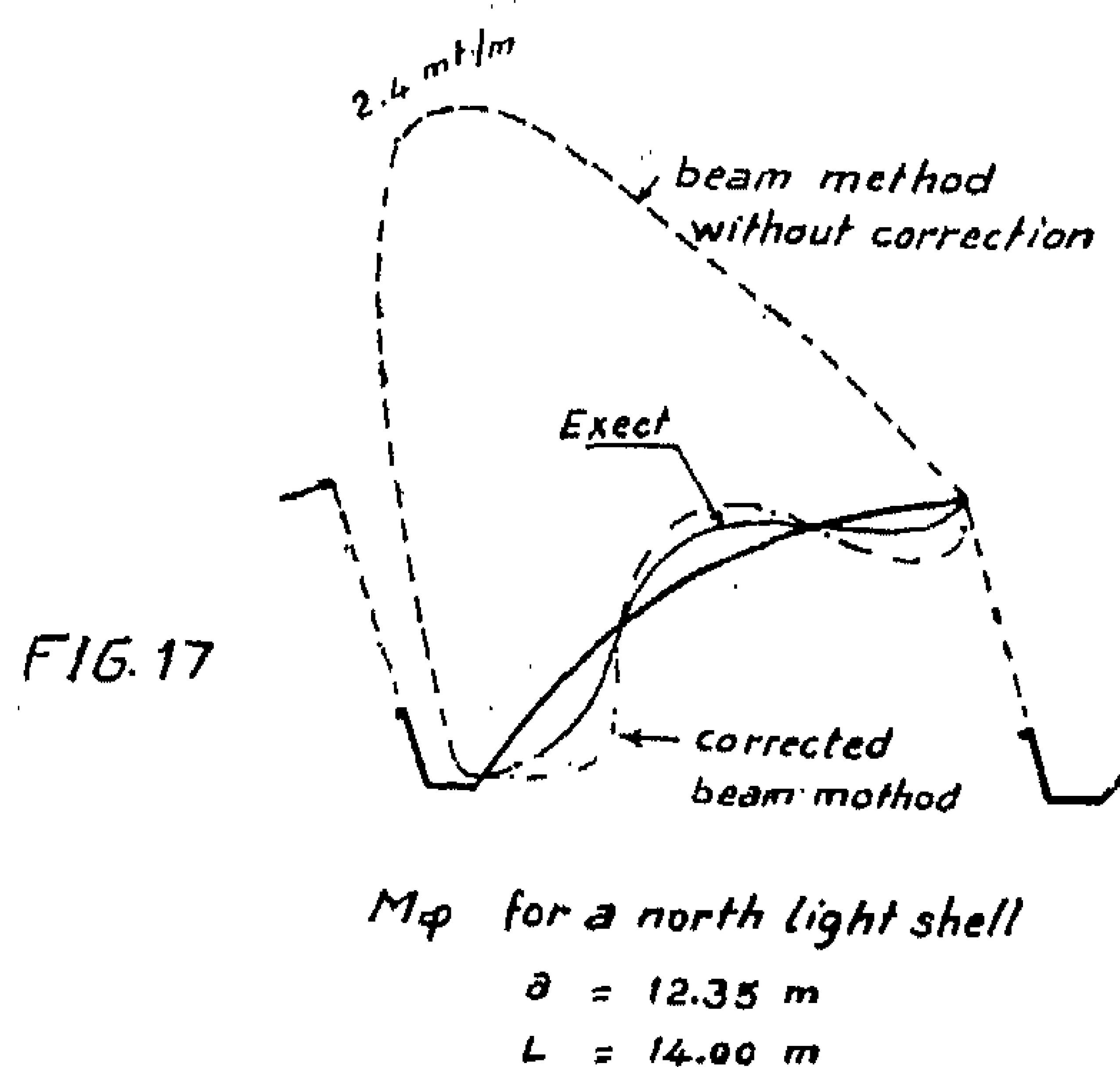


FIG. 17

M_φ for a north light shell
a = 12.35 m
L = 14.00 m

6. Der Bauingenieur 38 (1963), Heft 2, S. 51-54.
7. Beton und Stahlbetonbau 55 (1960), Heft 3, S. 64-68.

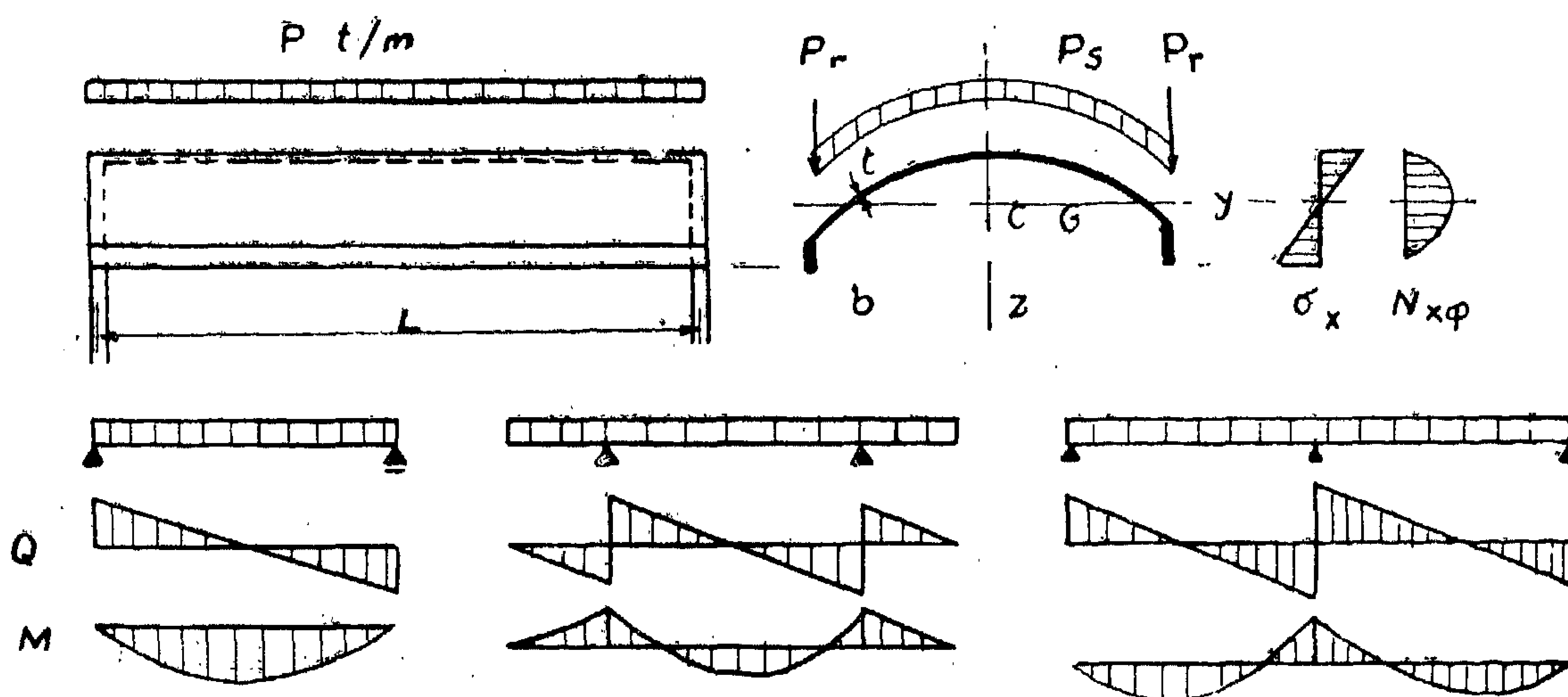


FIG. 13

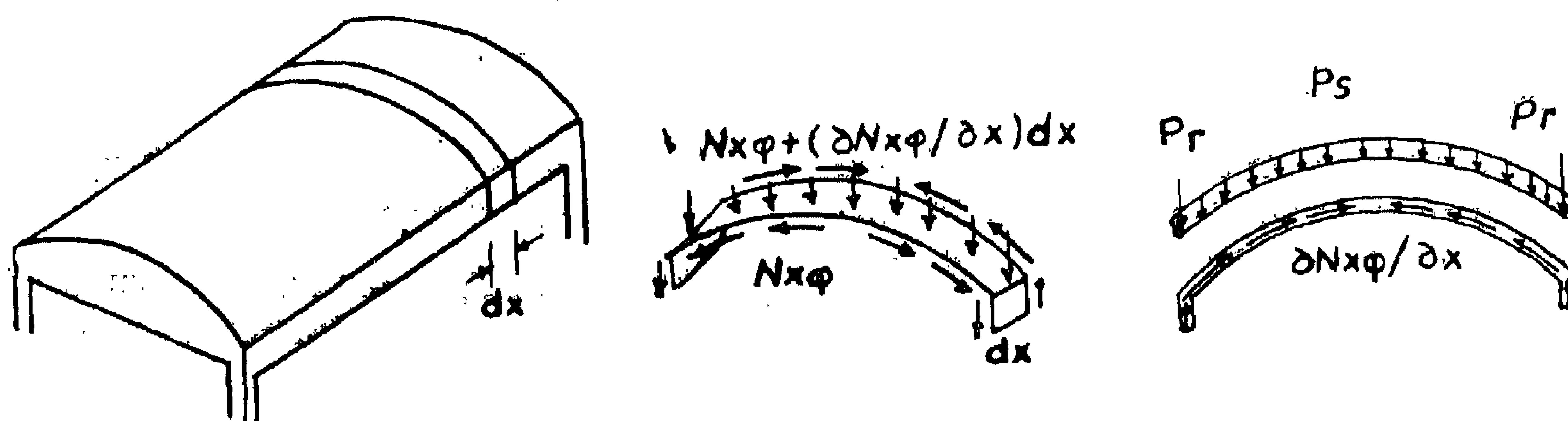


FIG. 14

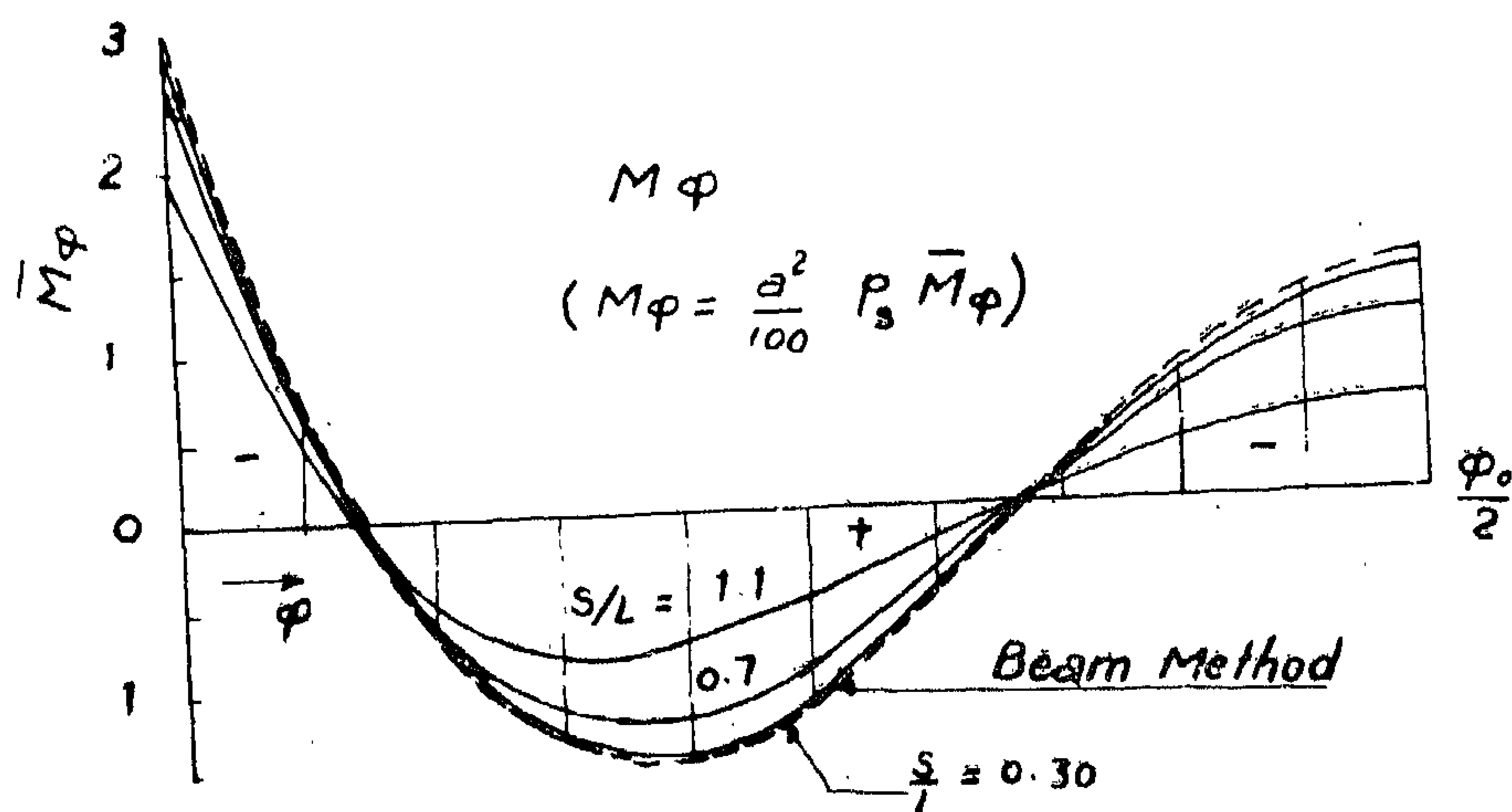


FIG. 15

4.6 Tables for the Analysis of cylindrical shells :

The analysis is usually simplified by using tables giving the values of internal forces and edge displacements due to edge unit forces. Such tables can be found, e.g. in (1) "Rüdiger-Urban : Circular Cylindrical Shells" or (2) "ASCE-Manual No. 31 : Design of Cylindrical Concrete Shell Roofs." Making use of such tables the shell roof can be analysed in a similar manner as for a statistically indeterminate frame. The edge conditions provide the simultaneous equations from which the edge forces can be calculated. For a symmetrical shell we have in general four simultaneous equations. For an unsymmetrical shell, e.g. north light shell, we have eight equations. The final internal forces in the shell are those from the membrane solution plus those due to the edge forces.

Recently, tables are published for the final interntal forces in internal barrel shells without valley beams.(3)

4.7 Computor Analysis of Shells :

The electronic computors have provided a powerful tool for the analysis of shells.

Once a computor program has been prepared and checked; then the analysis can be carried out in a surprisingly short time.

In Darmstadt, W. Germany, a computor program have been prepared with the collaboration of the writer for the analysis of circular cylindrical shells with any edge condition at the edges $\varphi = 0$ and $\varphi = \varphi_0$ (Fig. 12). The program is for use on the electronic computor IBM 704 with a storage capacity of 32000 words. The analysis is based on the exact solution given by Dischinger for the Flügges differential equations of shells. Using this program forces and displacements in the shell can be calculated in half a minute.(4)

5. A SIMPLE APPROXIMATE METHOD OF ANALYSIS : THE BEAM METHOD

5.1—Introduction :

The most commonly used approximate method for the design of long shell roofs is the beam method, which is explained in complete details by Lundgren. (5) The shell roof is treated as a beam with curved cross section. The calculations are clear and can be easily checked, so that this method is very suitable, at least for preliminary calculations.

Moreover any kind of loading can be treated without the need of expansion in Fourier series. Shells with any shape of cross section/ not necessarily circular, can be solved with the same simplicity

The analysis is carried out in two parts i) the beam calculation, and ii) the arch calculation.

5.2 The Beam Calculation :

The roof is considered as a beam which may be simply supported or continuous. The cross section consists of the curved part and the edge longitudenal beams. The longitudinal stress σ_x and the shear stress τ are obtained from the simple relations.

$$\sigma_x = \frac{M}{I} z \quad , \tau = \frac{Q\ S}{I\ b\ (\text{or } t)}$$

where = M and Q are the bending moment and shearing force of the shell roof acting as a beam.

I Moment of inertia of the cross section.

S Statical moment about the y axis.

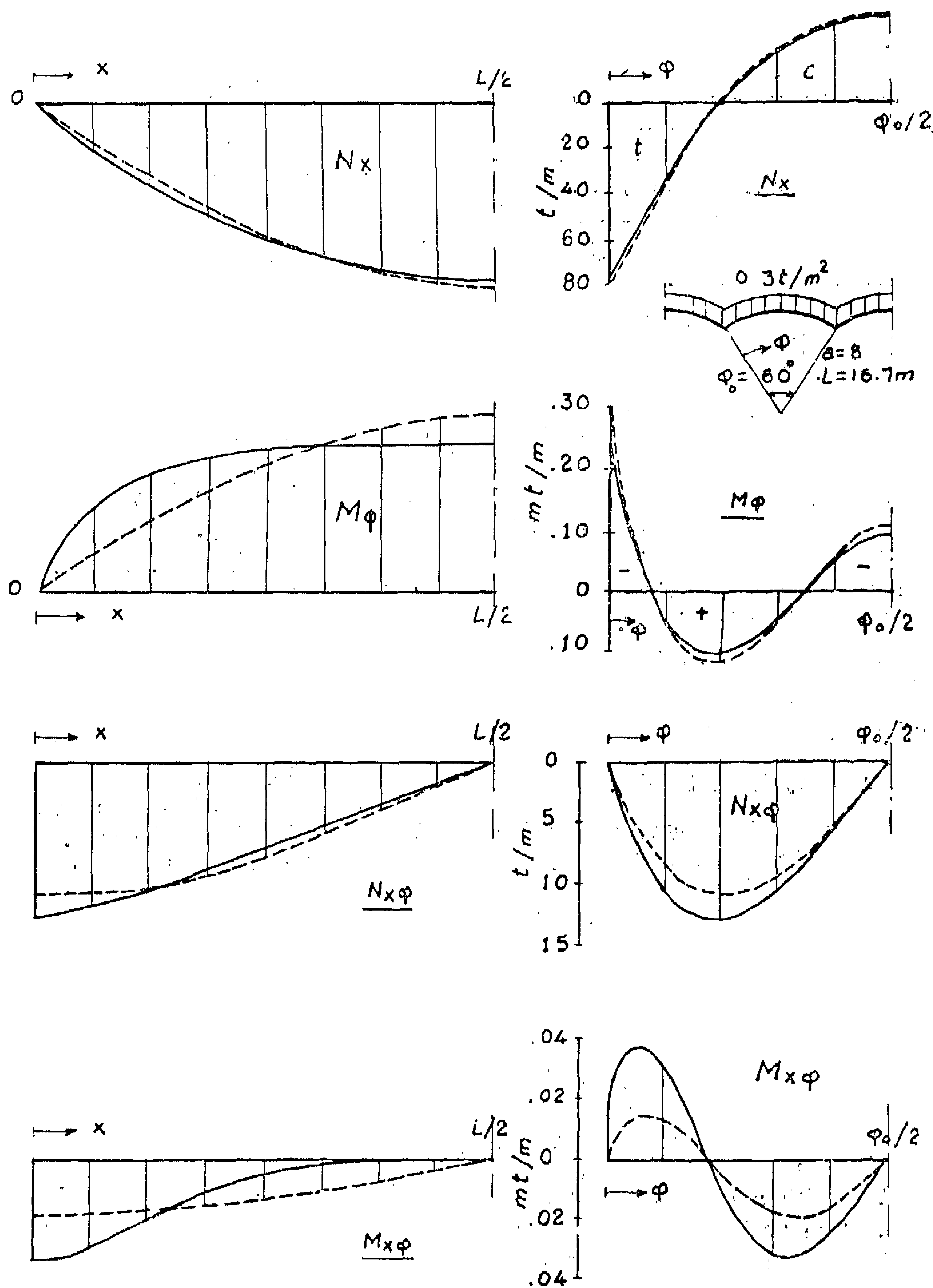
b or t breadth of edge beam or thickness of shell.

The tangential shear $N_{x\varphi} = \tau \cdot b\ (\text{or } t)$

$$N_{x\varphi} = \frac{Q\ S}{I}$$

---

1. Bulletins of the International Association for Shell Structures No. 13 and 18.
2. Der Bauingenieur 37 (962), Heft, 3, S. 188.
3. Lundgren : Cylindrical Shells.



------ First term of Fourier series

—— Σ 11 terms (n=1, 3, ... 21)

FIG. 12

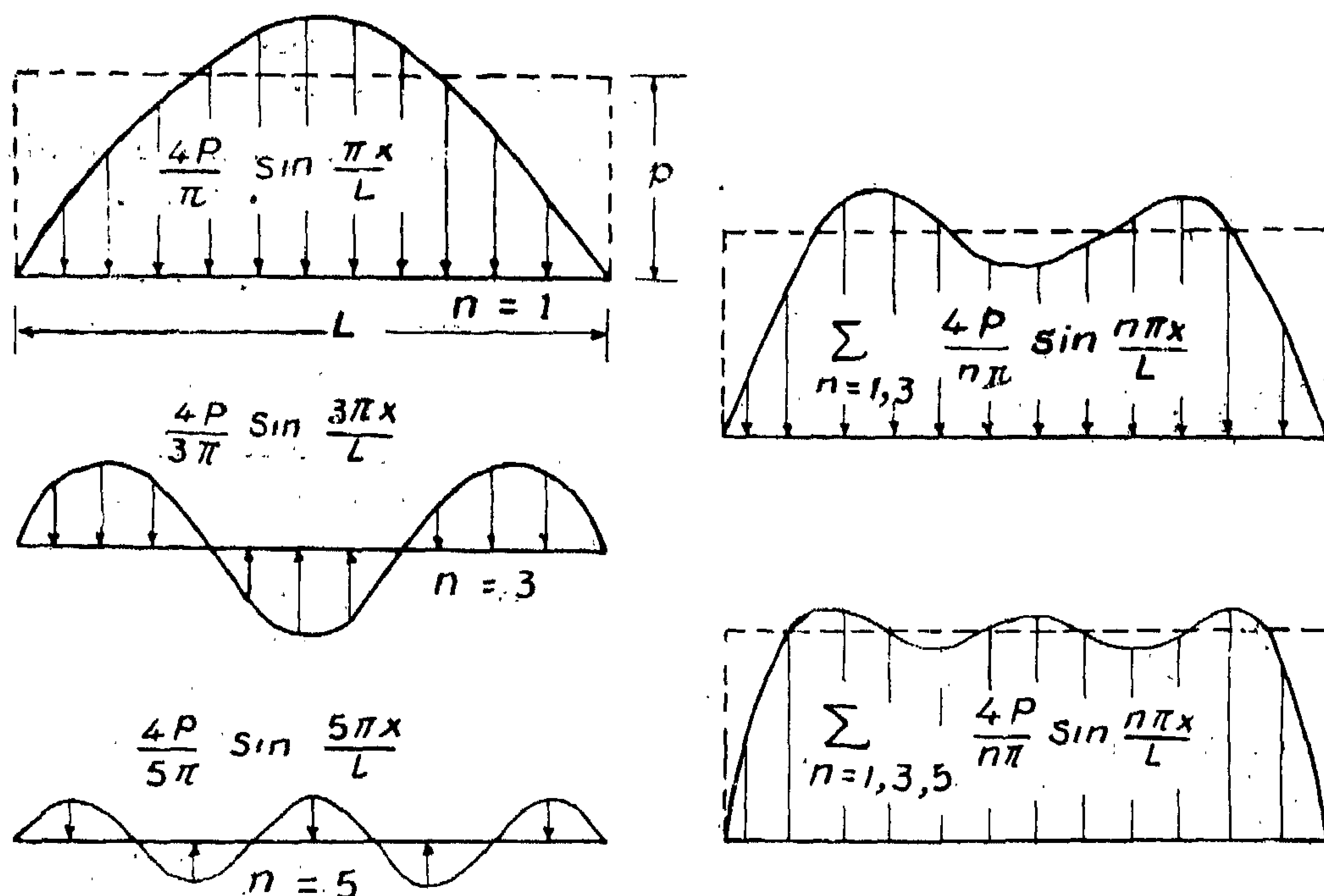


FIG. 11

Each separate term of the load will be considered separately and then the final results of the internal forces will be added.

For each separate term of the load $\frac{4p}{n\pi} \sin \frac{n\pi x}{L}$ the enternal forces, and consequently the displacements, and their derivatives have a similar distribution, i.e. either sin or cos $\frac{n\pi x}{L}$

Fig. 12 shows a comparison between the internal forces in an internal shell under its own weight calculated (a) for the first term of Fourier series, and (b) for 11 terms, i.e. for n = 1,3,....21. This latter case may be considered as corresponding to the actual uniformly distributed load. It is seen that the distribution and max. value of N_x is practically the same for both cases. The max. value of $M\varphi$ for one term is higher than the actual value, which remains constant for the middle part of the shell. The tangential shear $Nx\varphi$ for one term is smaller than the actual value. The maximum value and the distribution of the torsional moment $Mx\varphi$ for one term are totally different from those corresponding to the actual loading.

The analysis is usually carried out for the first term of fourier series only. The maximum value of the tangential shear $Nx\varphi$ must then be corrected by a correction factor which might be roughly obtained from the comparison between the shearing force in a simple beam loaded (a) by a load $\frac{4P}{\pi} \sin \frac{\pi x}{L}$ and (b) by a constant load P. In case (a) $Q = \frac{PL}{2}$ and in case (b) $Q = \frac{4PL}{\pi 2}$ = 0.405 p. Then the value of $Nx\varphi$ must be increased by about 23 %. The torsional moment $Mx\varphi$ is usually neglected in the design.

The edge forces will affect a great part of the section of the cylindrical shell. This can be seen from Fig. 9, showing the radial displacements of three types of cylindrical shells due to a bending moment applied at one edge.

For short cylindrical shells the edge disturbances are damped quickly similar to the edge disturbances in circular domes. Then the membrane theory may give the actual state of stresses in the middle part of the cross section. For long and intermediate shells the effect of the edge forces give the predominent internal forces in the shell.

4.5 The Bending Theory

We deal now with the bending theory of shells. As we have seen in 4.2 the total number of internal forces is 10. The number of conditions of equilibrium is 6, i.e. $\Sigma X = o$, $\Sigma Y = 0$, $\Sigma Z = 0$ and ΣM about x, y, z = 0.

It is then essential to take the deformations of the middle surface of shell into consideration. These are introduced in the form of three components of displacements u, v & w.

Relations between the internal forces and displacements are obtained as follows :

i) The internal forces are, the resultants of the stresses e.g. $N\varphi$ and $M\varphi$ are the resultants of $\sigma\varphi$.

ii) Hooke's Law gives the relation between the stresses and strains.

iii) From the goemetry of a deformed element we obtain the relations between the strains and the displacements.

Substituting the relations between the internal forces and displacements in the conditions of equilibrium the system is reduced to three linear partial differential equations in u, v & w. With some simplifications these can be reduced to one equation in one unknown, e.g., w or a stress function F. example is the equation given in Rüdiger & Urban.

$$\triangle\triangle\triangle\triangle \; w + a^4 \frac{1-4^2}{k} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4}$$

where $\Delta w = (a^2 \, \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial\varphi^2)w$

To reduce the partial differential equation to ordinary differential equation we expand the loads acting in the shell into Fourier series in the form of

$$p = \sum_{n=1,3,\ldots} \frac{4p}{n\pi} \sin \frac{n\pi x}{L} \quad \text{(see Fig. 11)}$$

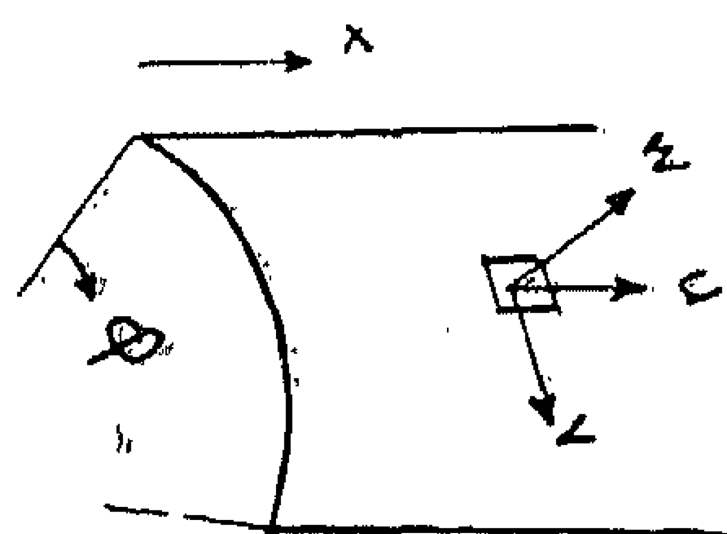
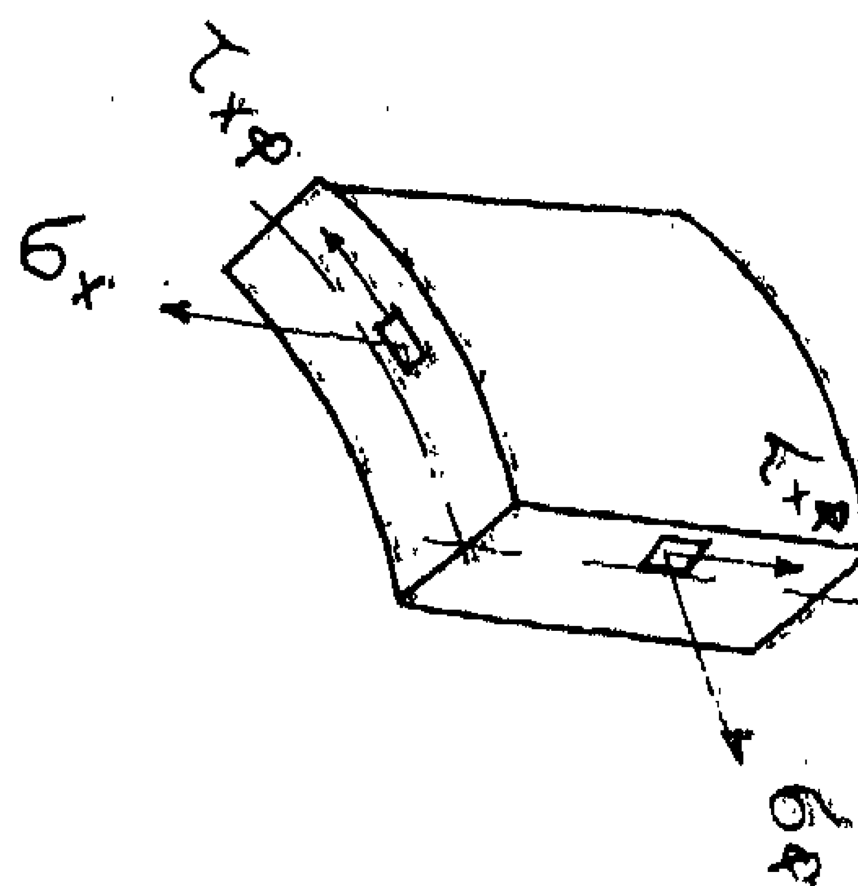


FIG. 10



discrepancies between the deformations of the different parts of the roof would occur. These two conditions would e.g. be fulfilled for a circular tube loaded by its own weight except for the parts of the shell close to the end diaphrams.

4.4 Effect of Edge Forces

If we cut a segmental part of the complete cylinder, Fig. 8a, this part would only be in equilibrium under the membrane state of stresses if we could provide edge tangential reaction forces which are equal to the membrane forces. Edge members are required in order to give the required reactions. The deformation of these edge members will be different from that of the shell. The compatibility between the shell and the edge beams will be only maintained by additional edge forces, Fig. 8b. At each one of the two edges we have to fulfill four edge conditions, e.g. the relative displacement components u, v, w and rotation Θ between the edge of the shell and the adge of the beam must be Zero.

It is seen from the above that the membrance theory is not sufficient. We must add the effect of edge forces.

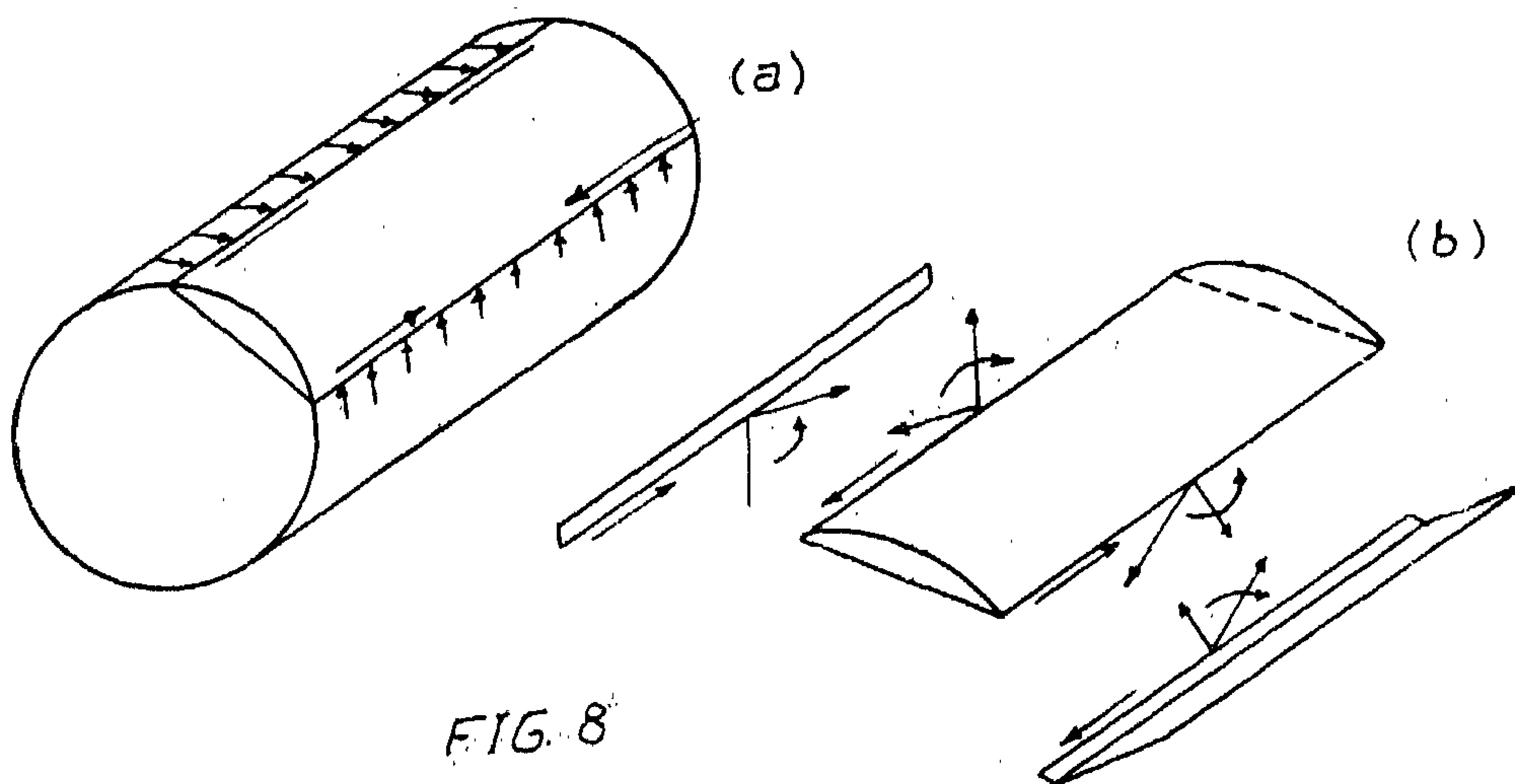


FIG. 8

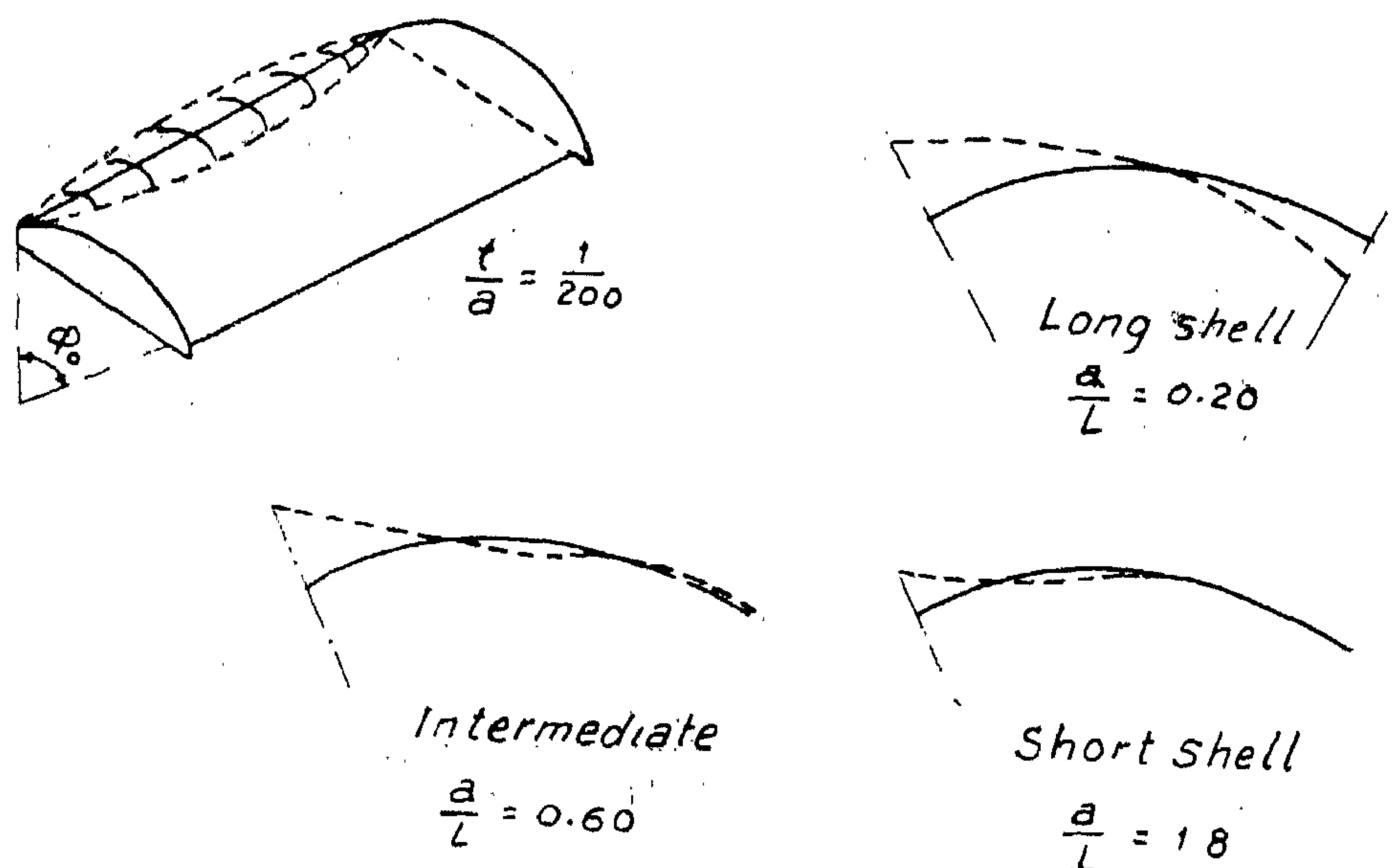


FIG. 9

analysis should be carried out for several alternatives to choose the most economical solution taking into consideration the local prices and experiences.

IV. INTRODUCTION TO THE THEORY AND ANALYSIS OF SHELLS :

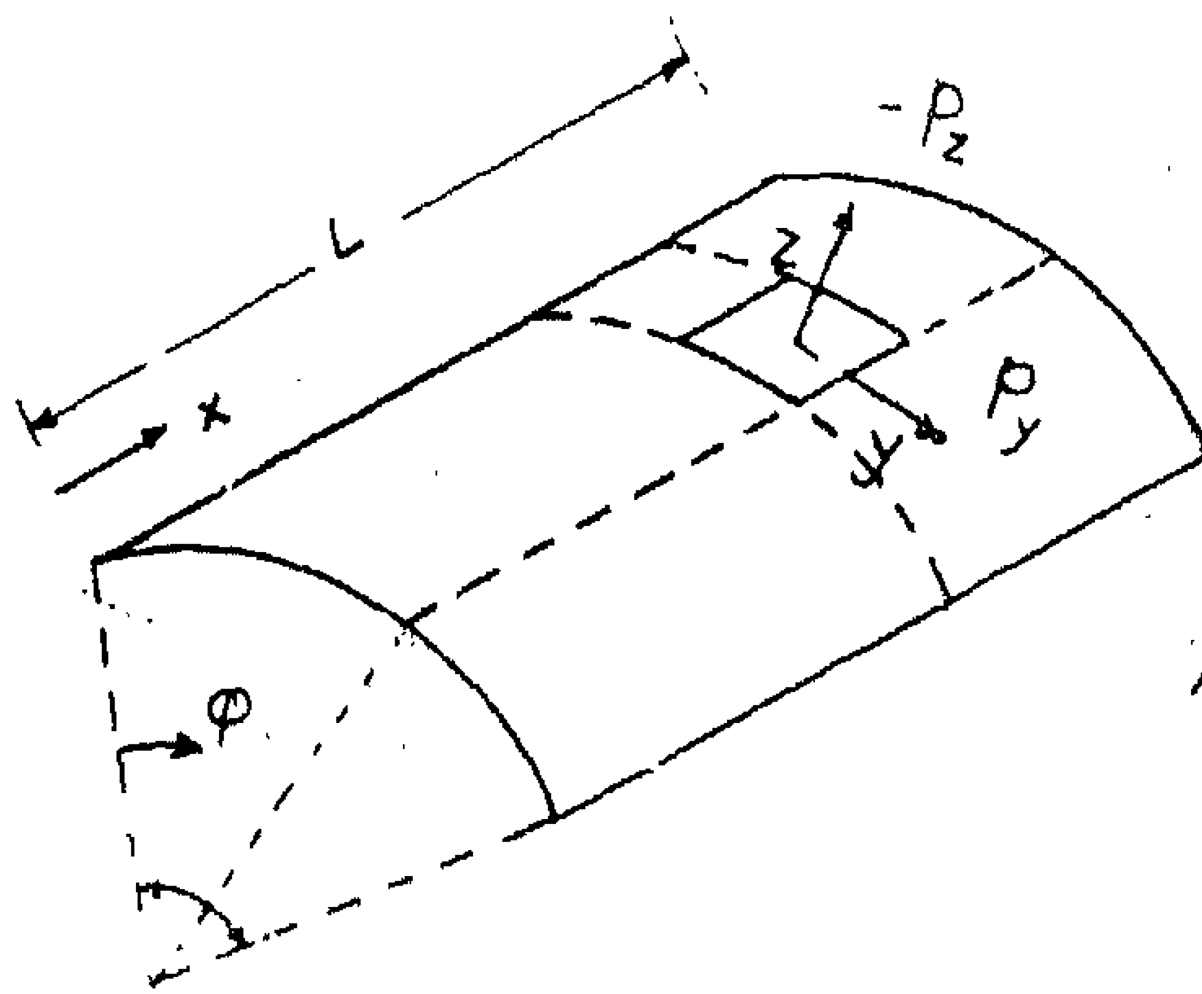
4.1 Basic Assumptions :

1. The shell roof is a homogeneous elastic material.
2. The thickness of the shell is very small in comparison to the other dimensions, i.e. t « a and t « L : The problem will then be a two dimensional problem.
3. The deflections of the shell surface are small in comparison to the thickness. According to this assumption the values of the second order can be neglected.

4.2 Internal Forces in a Shell :

Internal forces in shells are defined to be forces per unit length.

	in a sect. x = const.	in a sect φ = const.
Direct forces	N_x	$N\varphi$
Tangential shears	$Nx\varphi$	$N\varphi x$
Transverse shears	Q_x	$Q\varphi$
Bending moments	M_x	$M\varphi$
Twisting moment	$Mx\varphi$	$M\varphi x$



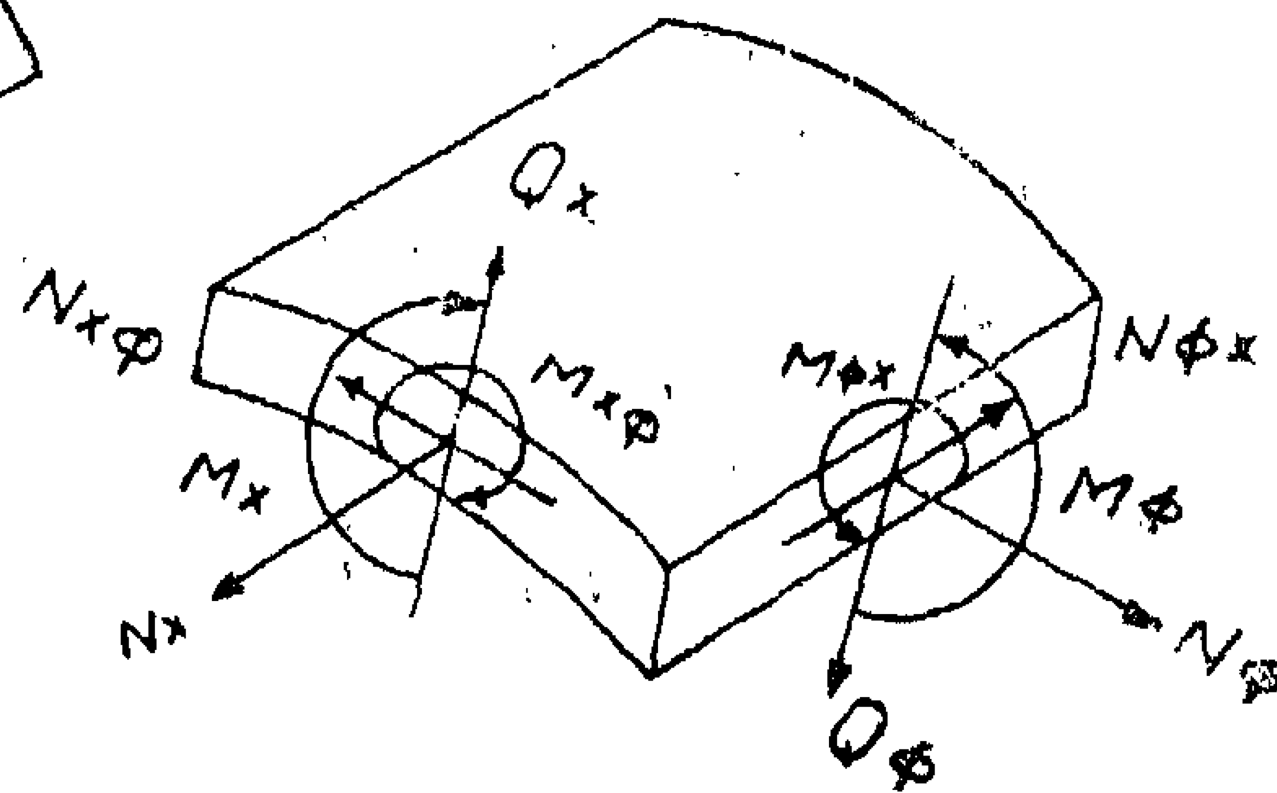


FIG. 6

For the design of long and intermediate shells we are mainly interested in N_x , $N\varphi x \simeq Nx\varphi$, $M\varphi$ and $N\varphi$. The other internal forces are usually of minor effect.

4.3 Membrane Theory :

If we neglect the bending moments in the shell the internal forces, will be reduced to three tangential forces only N_x, $N\varphi$ and $N\varphi x = Nx\varphi$. These can be easily obtained from the three conditions of equilibrium $\Sigma X = O$, $\Sigma Y = O$ and $\Sigma Z = O$

This solution would be satisfactory if it were possible to maintain the equilibrium of the roof with membrane forces only and if no

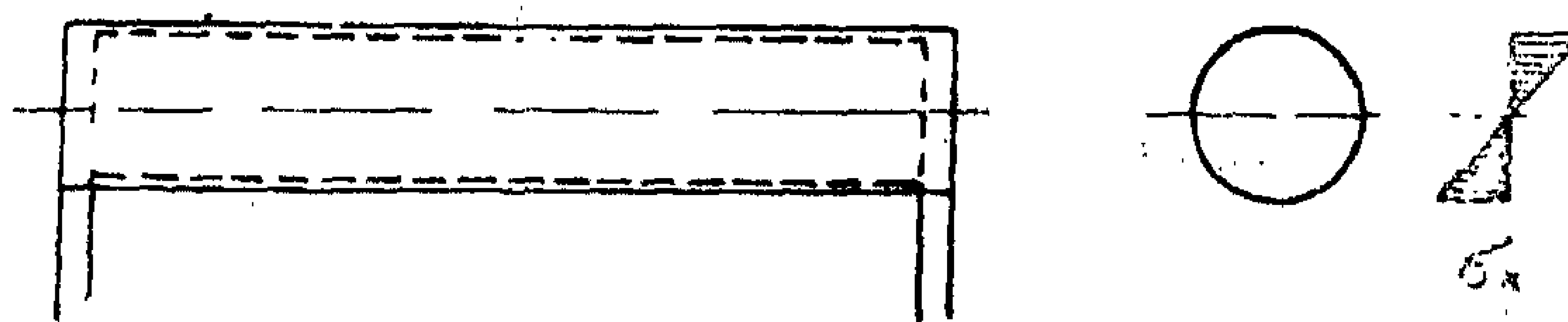


FIG. 7

1. Single symmetrical shell.
2. Single unsymmetrical shell.
3. Multi-barrel shell without valley ribs.
4. Ditto with valley ribs.
5. North light shell.
6. Cantilever shell.
7. Composite shell, consisting of two or more circular sections.

B. According to the proportions of the dimensions (See Fig. 1).

1. Long shells, in which the length L is much bigger than the width B. (for instance $\frac{L}{B} \geqslant 2$).
2. Intermediate shells : in which the length L is of the same order or magnitude as the breadth B.
3. Short shells : in which the width B is bigger than the length L. (for instance $B \geqslant 2L$).

C. According to the arrangement of diaphrams :

1. Single span, simply supported shell.
2. Multi-span, continuous shell.

Some examples showing typical dimensions for the different types of shells may be seen in Fig. 4.

Fig. 4a shows a long reinforced concrete multi-barrel shell.

Fig. 4b shows a long prestressed concrete multi-barrel shell.
Notice the much smaller height of edge beam as compared to Fig. 4a.

Fig. 4c shows an intermediate multi-barrel shell.

Fig. 4d shows a long reinforced concrete north light shell.

Fig. 4e shows a long prestressed concrete north light shell. Due to prestressing bigger span can be constructed as compared to reinforced concrete.

Fig. 4f shows a typical cross section of a reinforced concrete cantilever shell.

Fig. 4g shows a prestressed concrete cantilever shell. Note that the longitudenal beams could be eliminated.

Fig. 4h shows a symmetrical reinforced concrete short shell roof.

Fig. 4i shows a prestressed concrete short shell roof.

In the case of short shells the arches are the main carrying elements.

For very long shells it may be advantageous to give the shell a curvative in the longitudenal direction to act as a line of pressure arch as shown in Fig. 5. This is naturally only feasible if the horizontal thrust could be created.

As any statically indeterminate structure, the dimensions of the shell roof must be assumed before the structural analysis can be carried out. Usually the results of the previous experiences published in the corresponding literature would help very appreciably in the choice of the proper dimensions. For a big project, however, the structural



FIG. 5

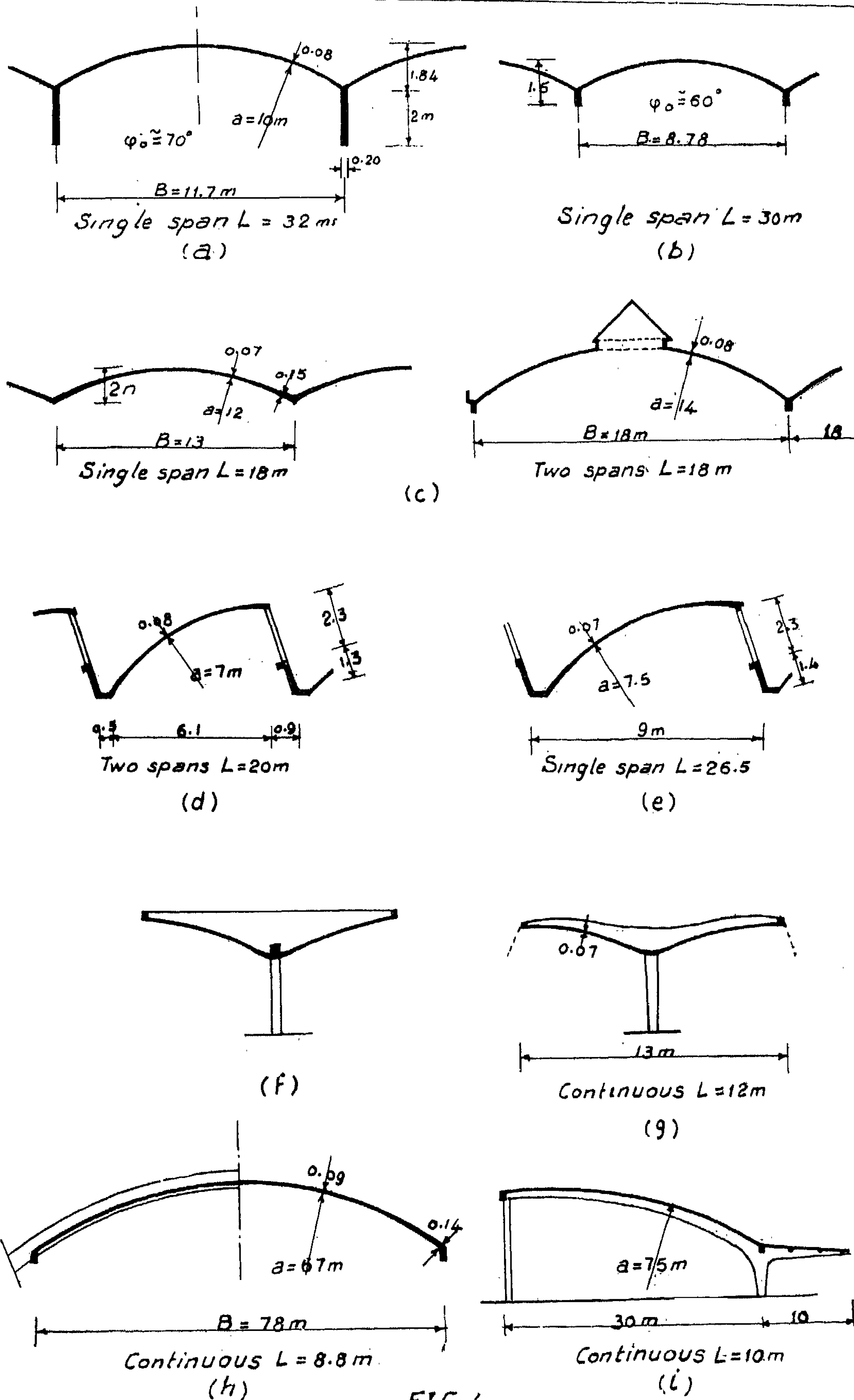

0.08
1.84
a = 10m
2m
φo ≅ 70°
0.20
B = 11.7 m
Single span L = 32 m
(a)
1.6
φo ≅ 60°
B = 8.78
Single span L = 30m
(b)
0.07
0.15
2n
a = 12
B = 13
Single span L = 18m
0.08
a = 14
B = 18m
18
Two spans L = 18 m
(c)
0.08
2.3
a = 7m
1.3
0.5
6.1
0.9
Two spans L = 20m
(d)
0.07
2.3
a = 7.5
1.4
9m
Single span L = 26.5
(e)
(f)
0.07
13m
Continuous L = 12m
(g)
0.09
0.14
a = 67m
B = 78m
Continuous L = 8.8 m
(h)
a = 75m
30m
10
Continuous L = 10m
(i)

FIG. 4

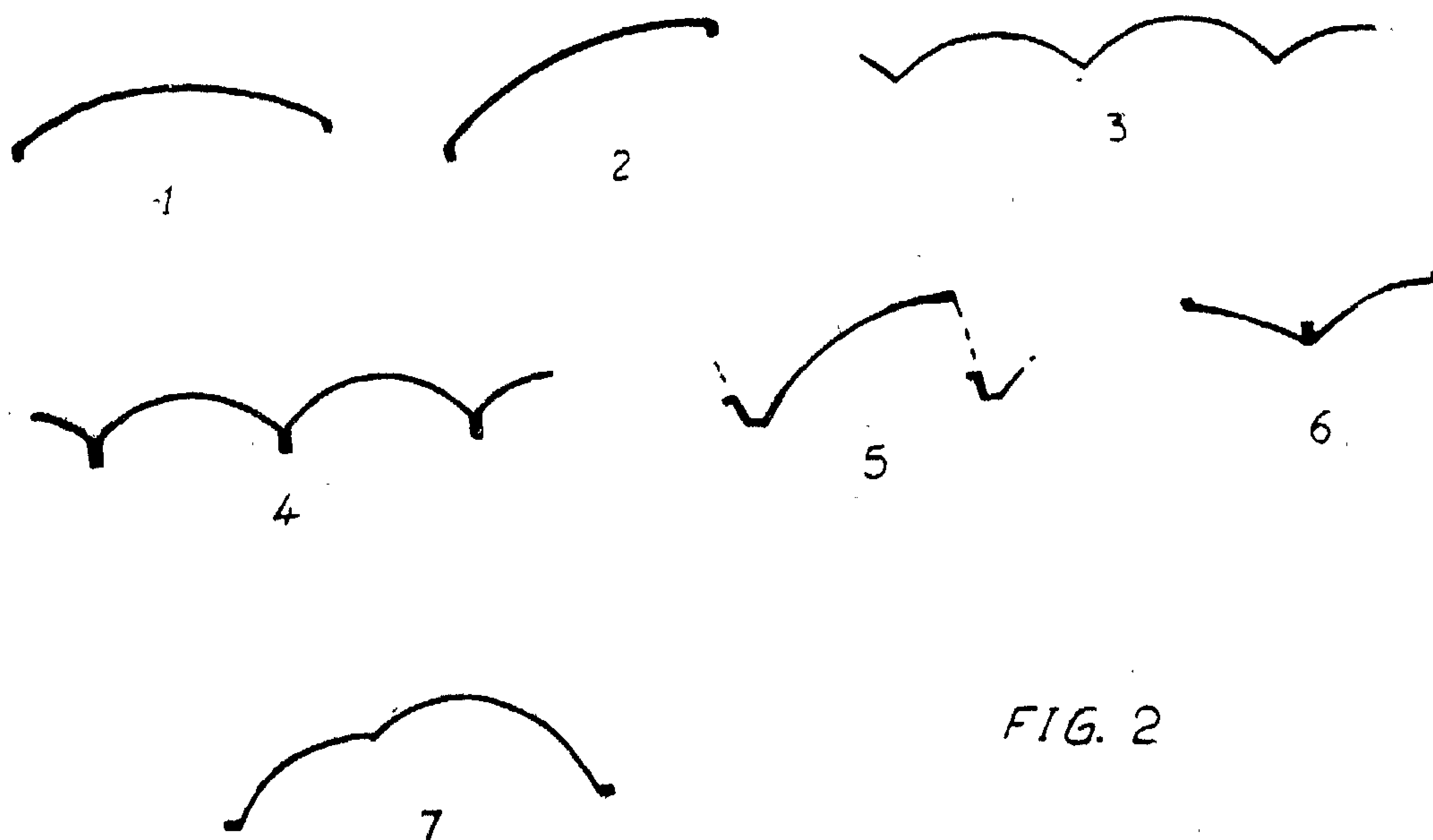
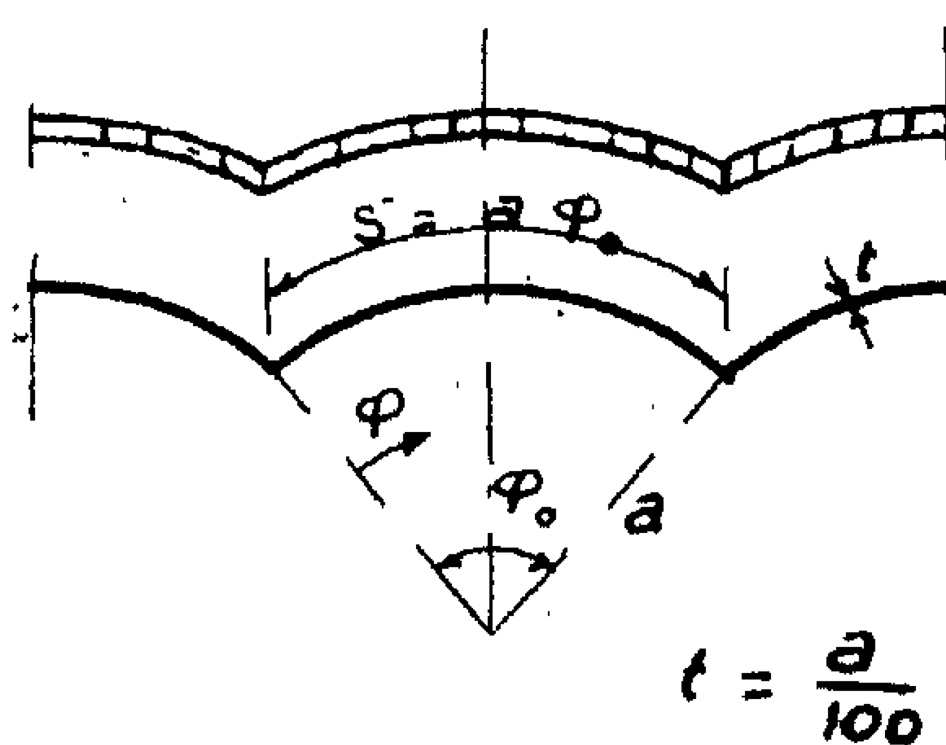
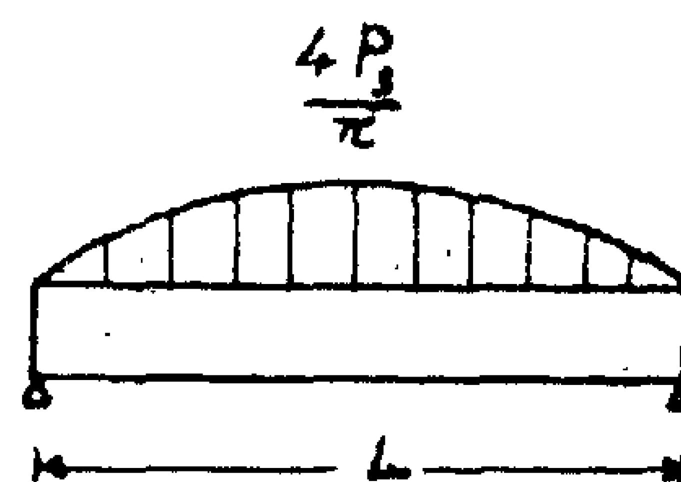

1
2
3
4
5
6
7

FIG. 2


s = a φ₀
t
φ
φ₀
a
t = a/100


4 P_s / π
L

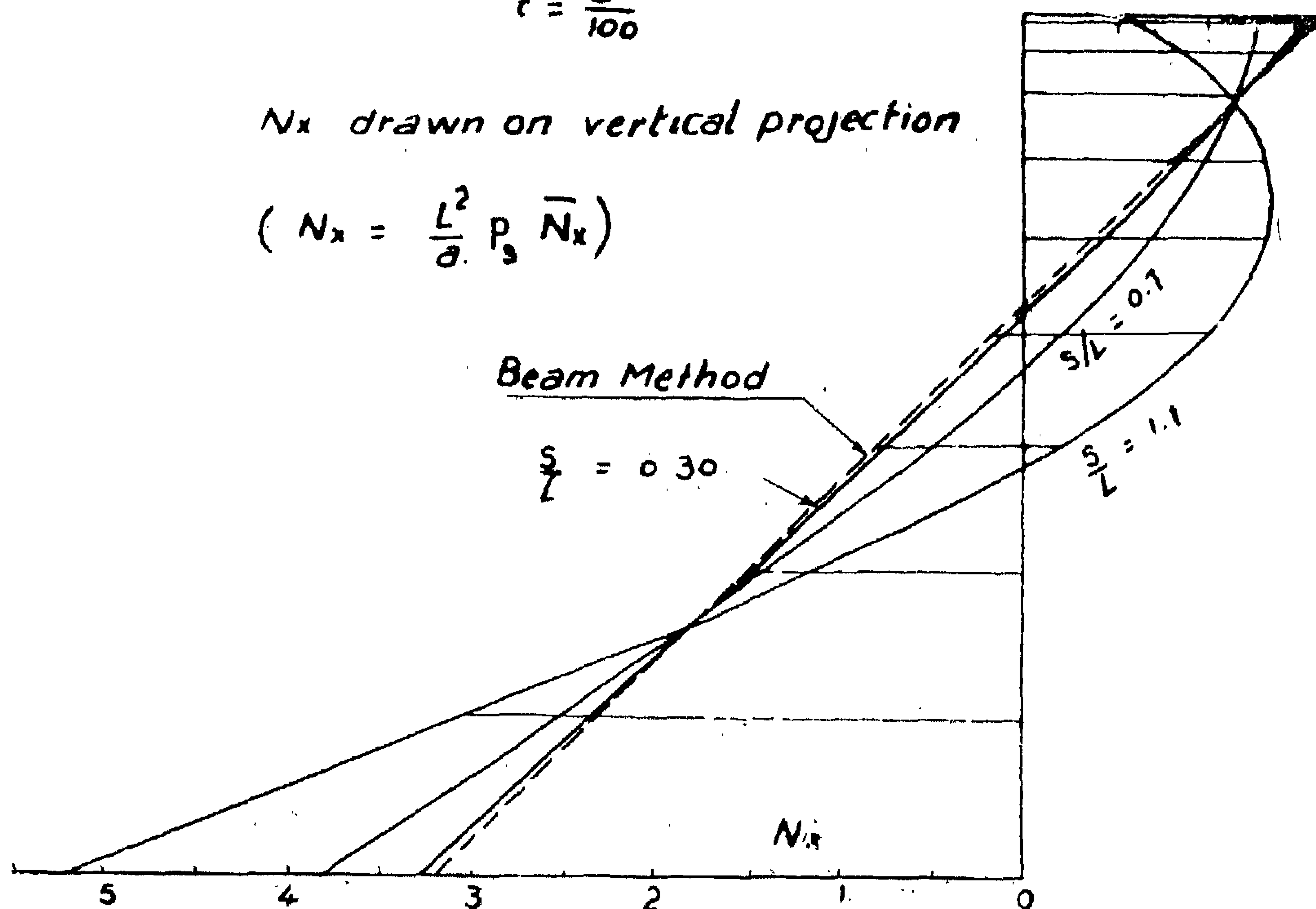

Nx drawn on vertical projection
(Nx = L²/a p_s N̄x)
Beam Method
s/L = 0.30
s/L = 0.7
s/L = 1.1
Nx
5
4
3
2
1
0

FIG. 3

CYLINDRICAL SHELL ROOFS

By

Dr. Ing. SABRI SAMAAN

I SYNOPSIS :

In the present paper the procedure of design of circular cylindrical shell roofs is briefly investigated and a short comparison is made between the analysis according to the beam method and that according to a more elaborate shell theory. A hint about the limits of validity of the beam method is given. The last paragraphs deal with prestressing of cylindrical shell roofs.

cylindrical surface with small thickness, which may or may not be stiffend by longitudenal edge beams, but in any case the shell must be stiffened at the columns with tranverse diaphrams. In this manner the roof acts as a beam with a very big stiffness.

The early shape of end diaphram was in the form of a disc as in Fig. 1, but in modern structures it may be constructed as an arch with a tie or arched frame without a tie.

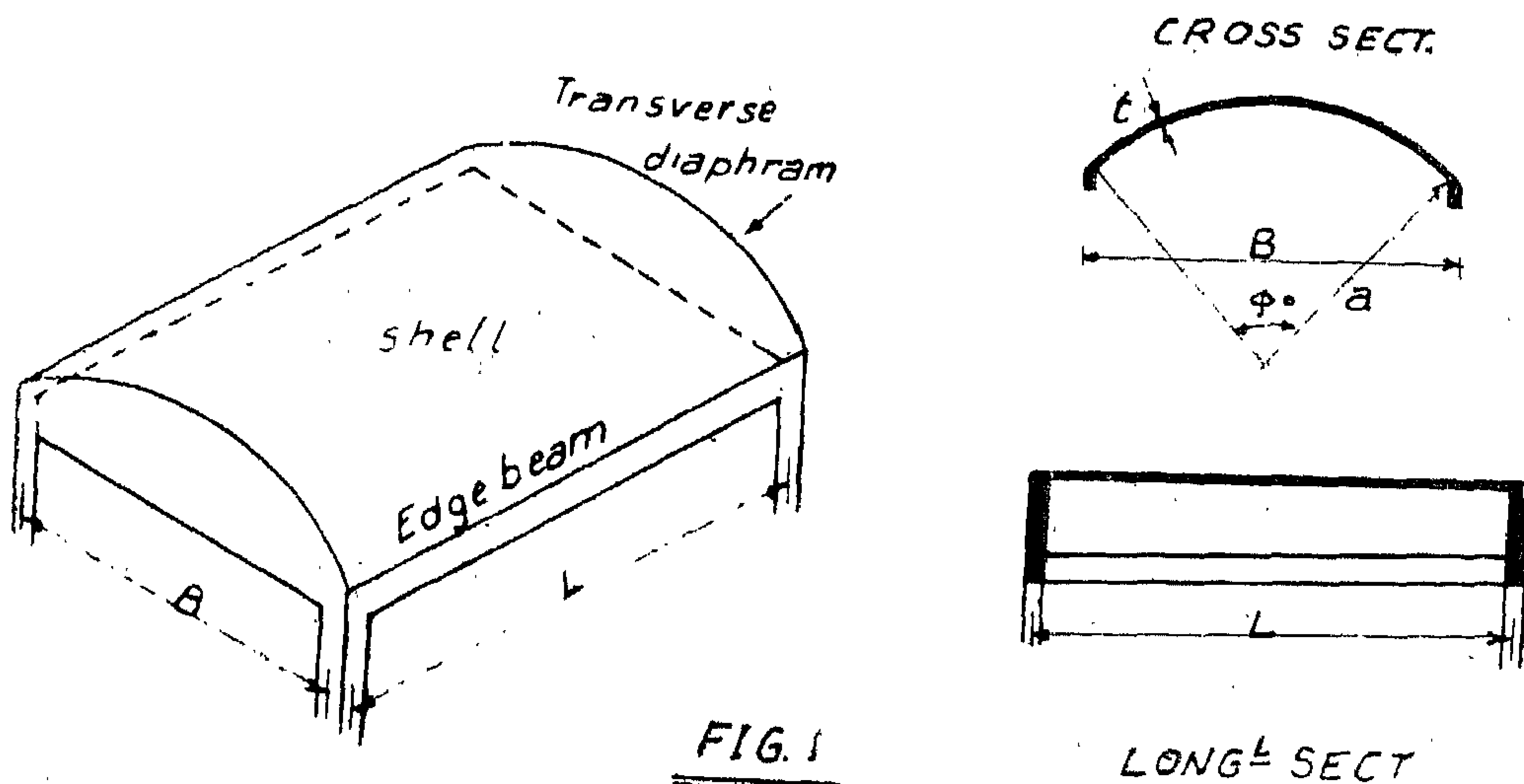


FIG. 1

II. INTRODUCTION :

The cylindrical shells are usually very suitable for the roofing of large unobstructed areas. They can be constructed in different shapes according to the function of the roof, the aesthetic and economical requirements.

The main features of a cylindrical shell roof are shown in Fig. 1. It is composed of a

III. TYPES OF CYLINDRICAL SHELL ROOFS :

The types of circular cylindrical shell roofs may be classified as follows :

A. According to the shape of the cross section as shown in Fig. 2 :

From equation (4) and table 2, the τ-σ_n-lines were computed for relative densities : D_r = 0.3 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.6 0.7 - 0.8 - 0.9 and 1.0, see figures (7) and (8).

5.—COMPARISON OF RESULTS GIVEN IN THIS PAPER WITH OTHER PUBLISHED RESULTS

The results obtained by equation (4) and table 2 were compared with the test results given by other authors, (Schubert 1958, Ladanyi 1960 and De-Beer 1965), in order to criticize their validity on other sands tested in different shear apparatuses. Figure (9) illustrates this comparison at normal effective stresses σ_n = 1 and 2 kg/cm^2. The results show good agreement. At σ_n = 2 kg/cm^2 there is some deviation, which is too small to be considered. As a result equation (4) and table 2 may be applied to any clean sand with a natural grain shape at initial relative densities not less than 0.30.

6—CONCLUSIONS

On the basis of the test results obtained from triaxial compression drained tests, carried out on 11 clean sands with different grain size distribution curves and different natural grain shapes, it has been prooved that the shear strength of clean sand depends only on the normal effective stress σ_n and the relative density D_r. The relationship between the shear strength τ and the normal effective stress σ_n follows the equation $\tau = a \, \sigma_n{}^b$. By means of statistical computations, it has been found that both parameters "a" and "b" depend only on the relative density. Definite relationships are obtained between the relative density and the parameters "a" and "b" respectively.

As a conclusion, it is possible, without perfoming shear tests, to obtain the shear strength of clean sand at any normal effective stress, if its natural relative density is known.

ACKNOWLEDGMENT

The auther thanks the Alexander Von Humboldt Stiftung for the grant of a scholarship for the academic year 1964 - 1965, with the aim of carrying out research work in the Institut für Verkehrswasserbau, Grundbau und Bodenmechanik der technische Hochschule Aachen, Western Germany.

The author is indebted to professor Dr.-Ing. Edgar Schultze, the directed of the institute, for granting the facilities of his laboratory.

REFERENCES

Bishop - Henkel (1957) : The triaxial test. Edward Arnold Ltd., London, p. 28.

De Beer (1965) : Influence of the mean normal stress on the shearing strength of sand. Proc. fifth intern. Conf. of soil Mech. and Found. Eng. Montereal.

Ladanyi (1960) : Etude des relations entre les contraintes et les déformations lors du cisaillement des sols pulvérulents. Annales des Travaux Publ. de Belgique, p. 241.

Meese - Long (1959) : Triaxial compression tests on soils using lateral pressure. ASTM, Spec, Tech. Publ. 254, Philadelphia, p. 365.

Schubert (1958) : Einfluß von Lagerunsdichten und Normalspannung auf Scherfestigkeit von Sand. Zeitschrift der Hochschule für Bauwesen, Cottbus, Heft 2.

Smoltczyk (1958) : Tragfähigkeit des Baugrundes unter Hausfundamenten in Gründungen in Wohnungsbau. Ernst and Sohn, Berlin.

Terzaghi - Peck (1948) : Soil mechanics in engineering practice, p. 81, New York.

Zeller - Wullimann (1958) : Scherfestigkeit des Stützkörpermaterial des Staudammes Göschenenalp. Schweitzer Bauzeitung 76 Jg., p. 249.

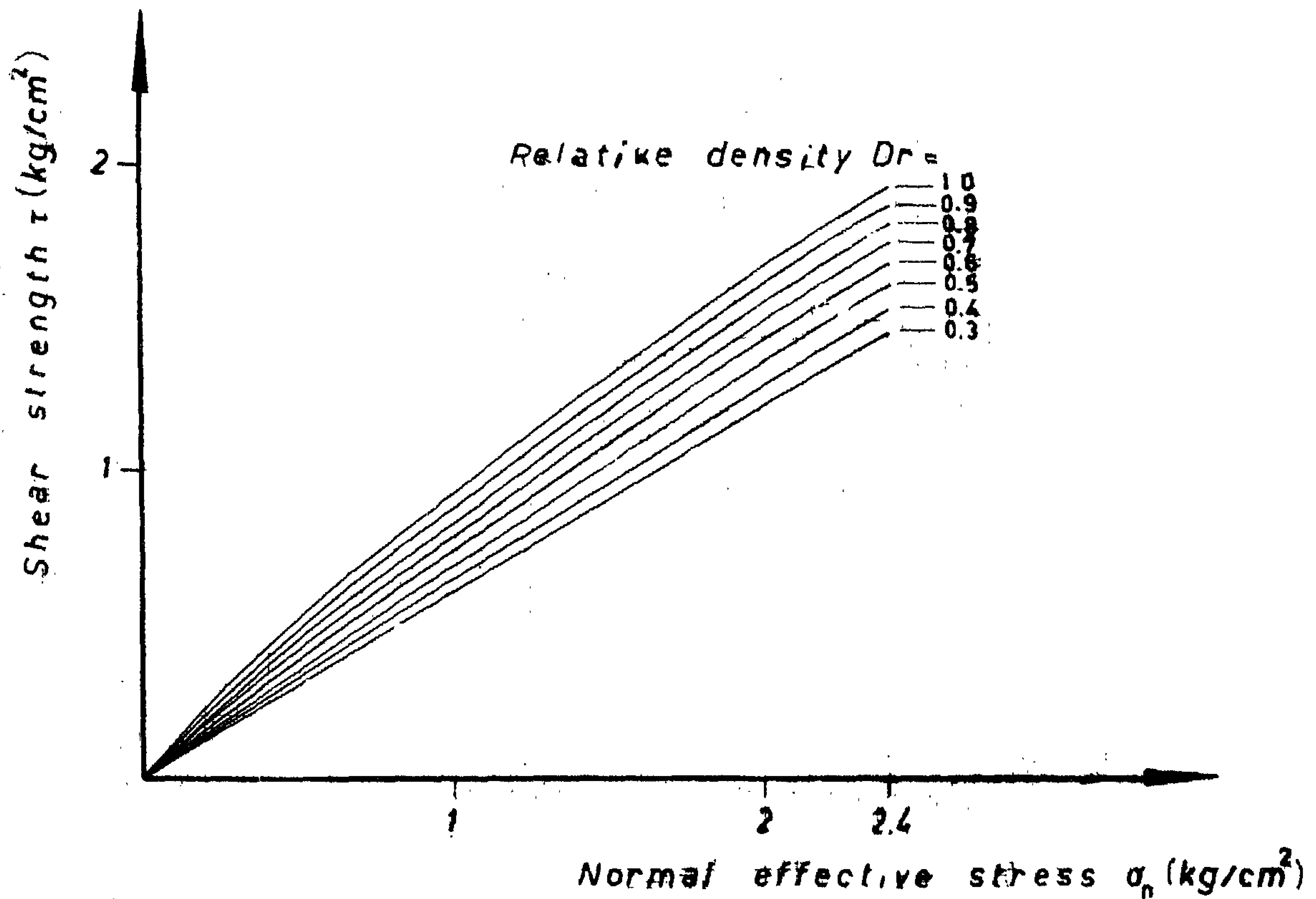


Fig 8 Relationship between τ and σ_n for all the tested sand

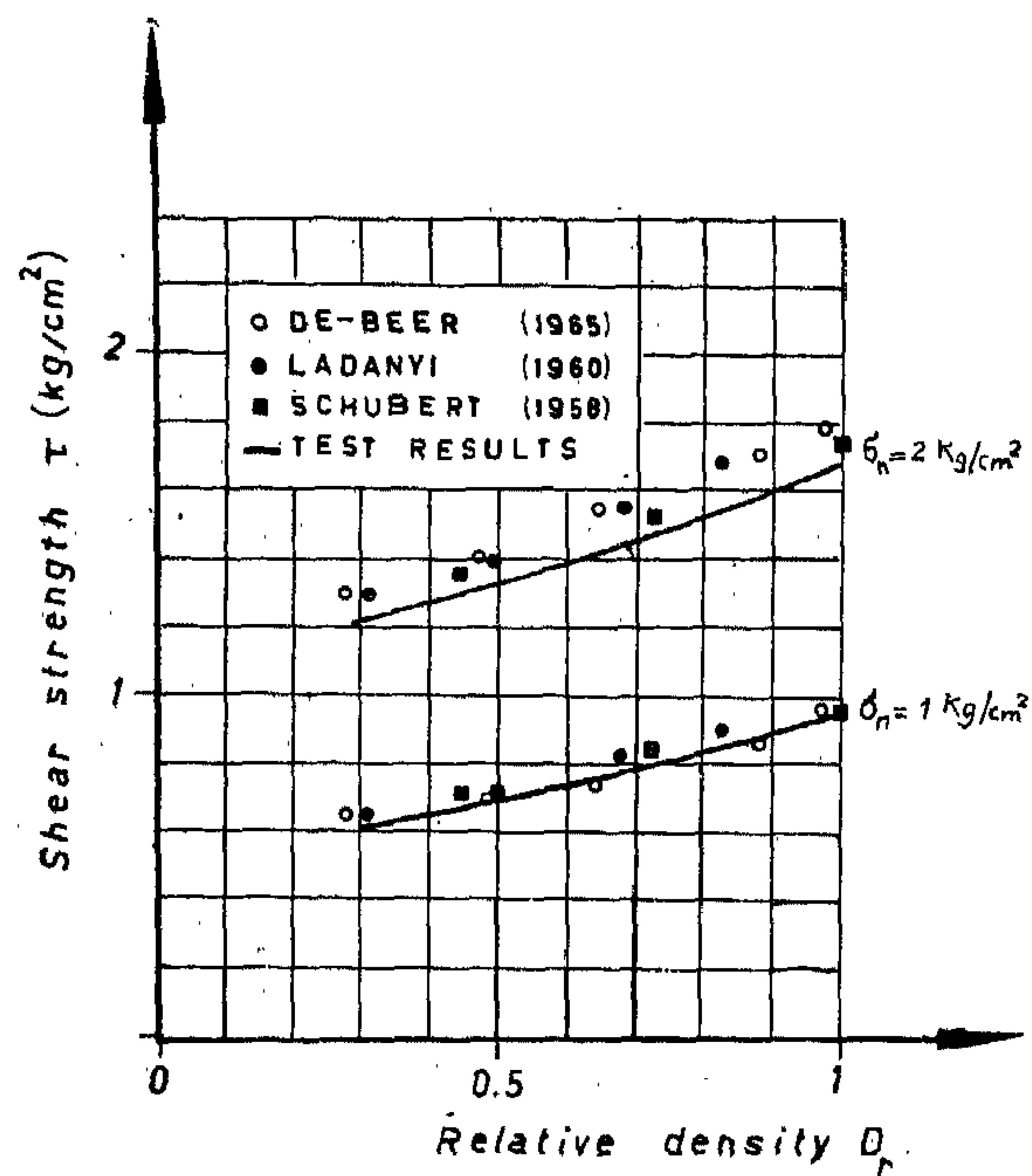


Fig. 9 Comparison of test results with other published results

Table 2 : PARMETERS (a) AND (b) AS A FUNCTION OF THE BELATIVE DENSITY D_r

$0.30 \leqq D_r \leqq 0.415$	$0.415 \leqq D_r \leqq 1$
$\log a = 0.256\ D_r - 0.288$ $b = 1$	$\log a = 0.256\ _r - 0.288$ $b = 1.116 - 0.279\ D_r$

From equations (4), (7) and (8) we come to the conclusion that, the shear strength of the tested sand depends only on two factors : the initial relative density D_r and the normal effective stress σ_n. On the other hand, both the grain size and the grain shape of the tested sand did not show any appreciable effect on its shear strength.

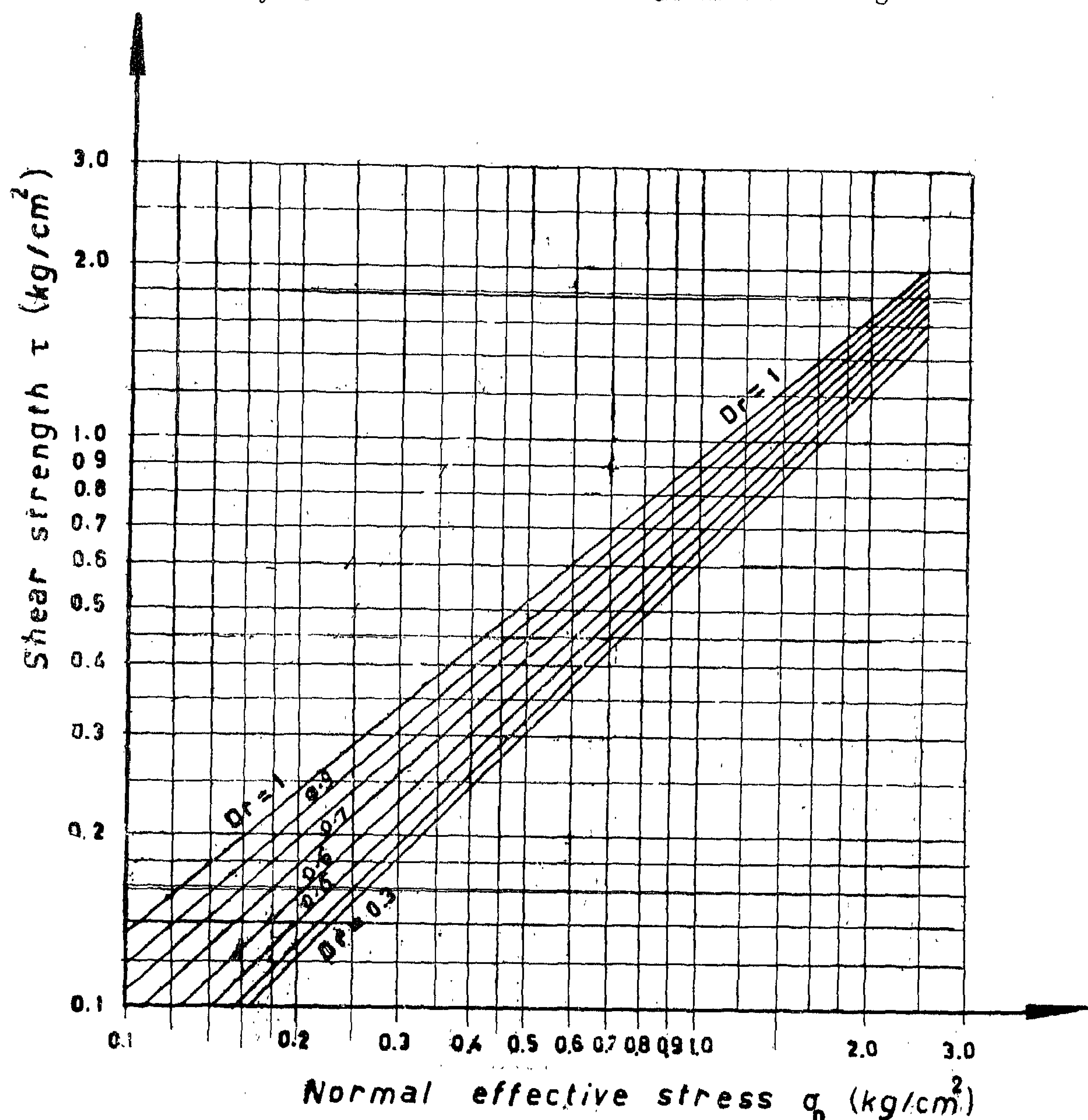


Fig. 7 Relationship between log τ and log σ_n for all the tested sand

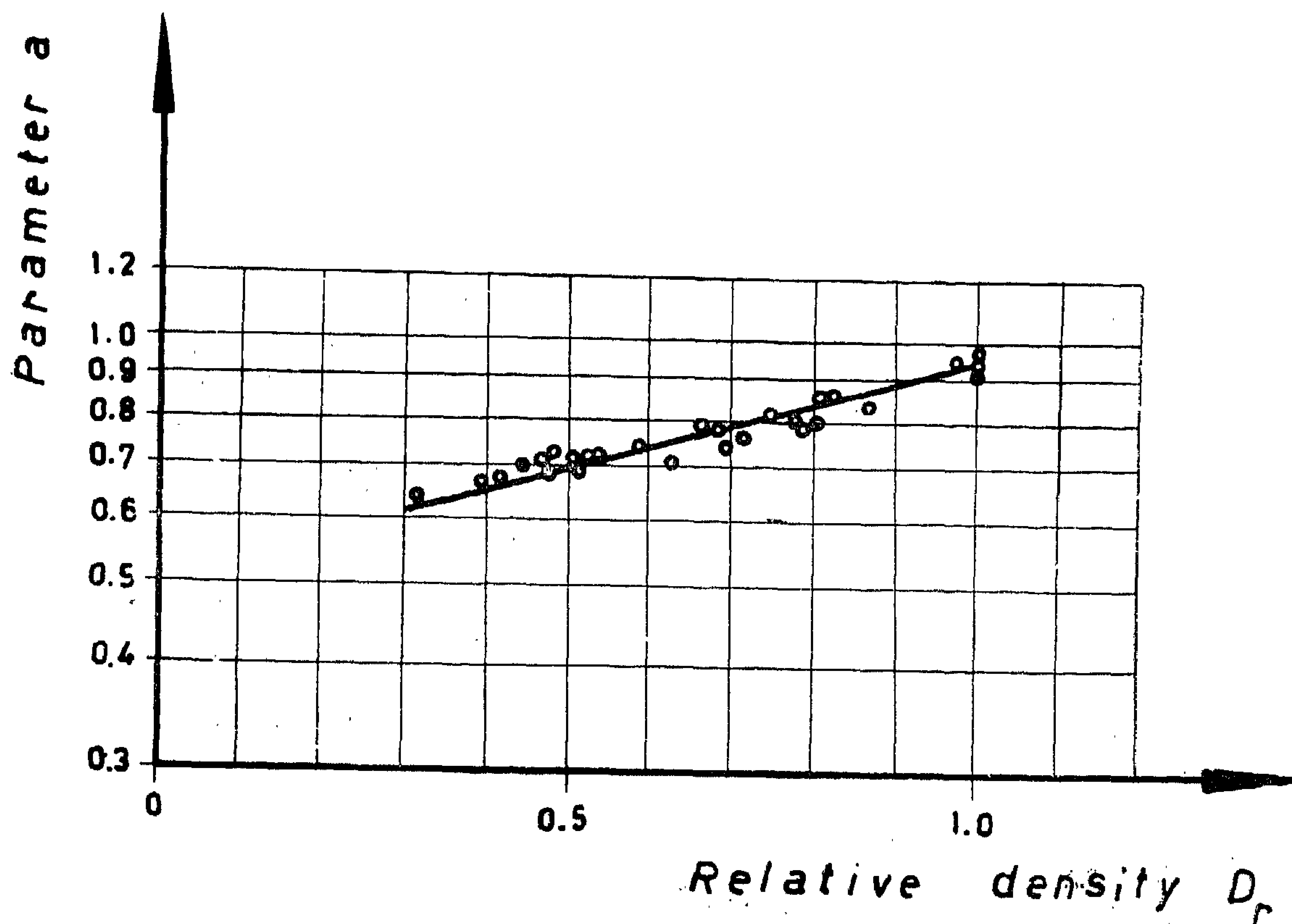


Fig. 5 Relationship between parameter a and relative density D_r.

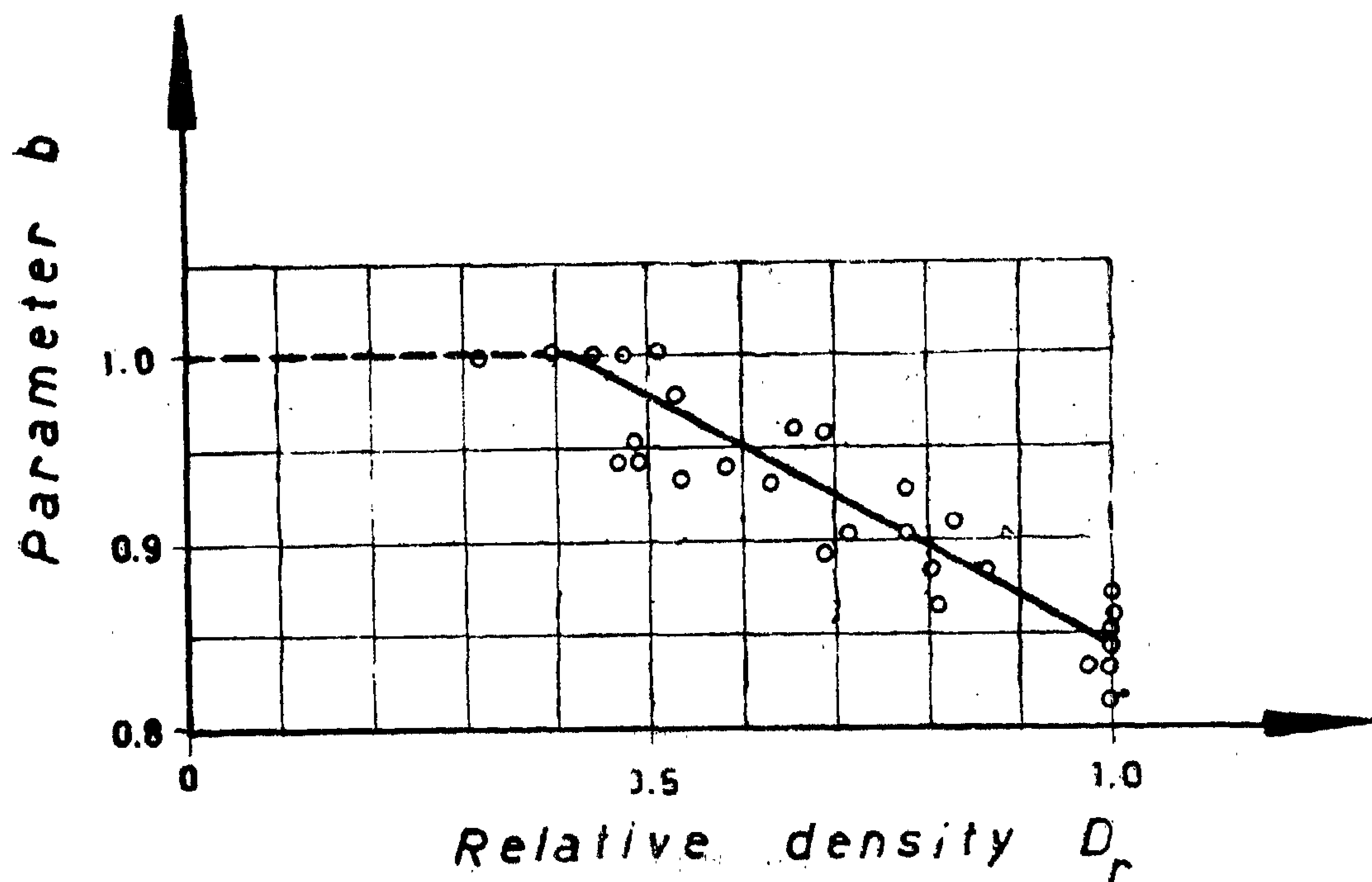


Fig. 6 Relationship between parameter b and relative density D_r

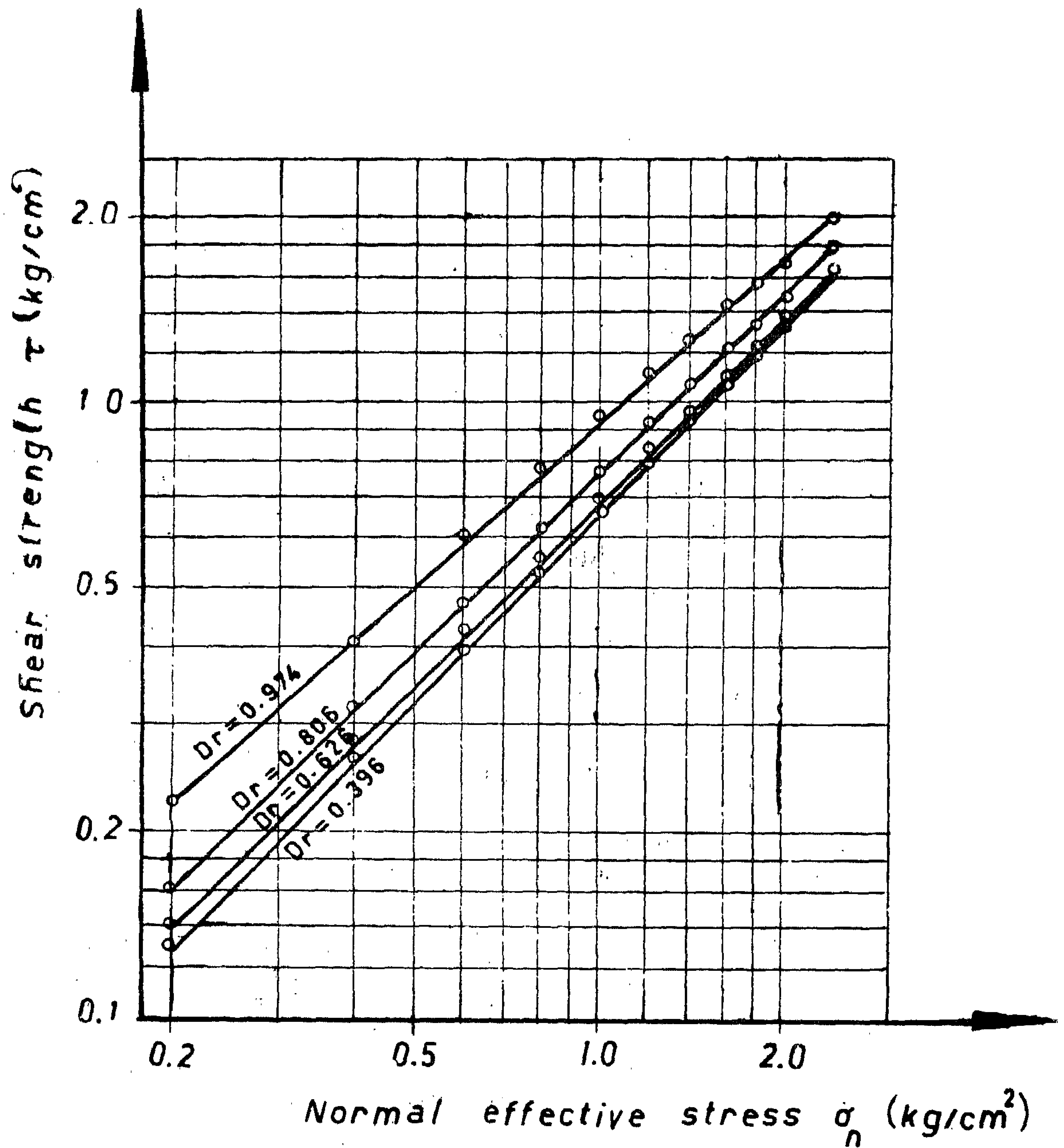


Fig. 4 Log τ - log σ_n - lines for sand № 10

A curved relationship between the shear strength τ and the normal effective stress σ_n was found also by other authers. Terzaghi and Peck (1948) found that τ - σ_n — line is a curve with slight curvature for dense sands, while it is a straight line for loose and medium dense sands. Schubert (1958), Zeller and Wullimann (1958), and Smoltczyk (1958) found, according to shear apparatus, that a curved relationship exists between τ and σ_n. Ladanyi (1960) and De-Beer (1965) came also to a similar conclusion from results obtained from triaxial compression tests on sand.

Schubert (1958), suggested the following equation for τ - σ_n — curves as a modification to Coulomb's equation :

$$\tau = \alpha \, \sigma_n \tan \rho \qquad (3)$$

The parameter α in equation (3) is not constant and is a function of σ_n.

Ladanyi (1960) took the effect of the curvature of the τ - σ_n — curves by using the ratio τ / σ_n in his calculations.

4.1—RELATIONSHIP BETWEEN THE SHEAR STRENGTH τ AND THE NORMAL EFFECTIVE STRESS σ_n

The test results showed that a straight line relationship exists between log τ and log σ_n, whatever the initial relative density may have been, and is given by the equation :

$$\tau = a \, \sigma_n^{b} \qquad (4)$$

where :

a = Shear strength at σ_n equals to 1 kg/cm^2.

b = Inclination of the straight line log τ - log σ_n.

Figure (4) represents the relationship given by equation (4) for sand No. 10 as an example.

According to the test results, it is found that for sand samples whose initial relative densities are equal to or less than about 0.40, the parameter "a" varies with the initial relative density, while the parameter "b" is constant and equal to 1. As a consequence equation (4) becomes :

$$\tau = a \, \sigma_n \qquad (5)$$

Equation (5) becomes that of Coulomb if a = tan ρ

$$\tau = \sigma \tan \rho \qquad (6)$$

where :

ρ = Angle of internal friction

On the other hand, the test results showed that the parameters "a" and "b" are not constant for sand samples whose initial relative densities are greater than about 0.50. Both parameters "a" and "b" are found to vary with the initial relative density of the sand sample.

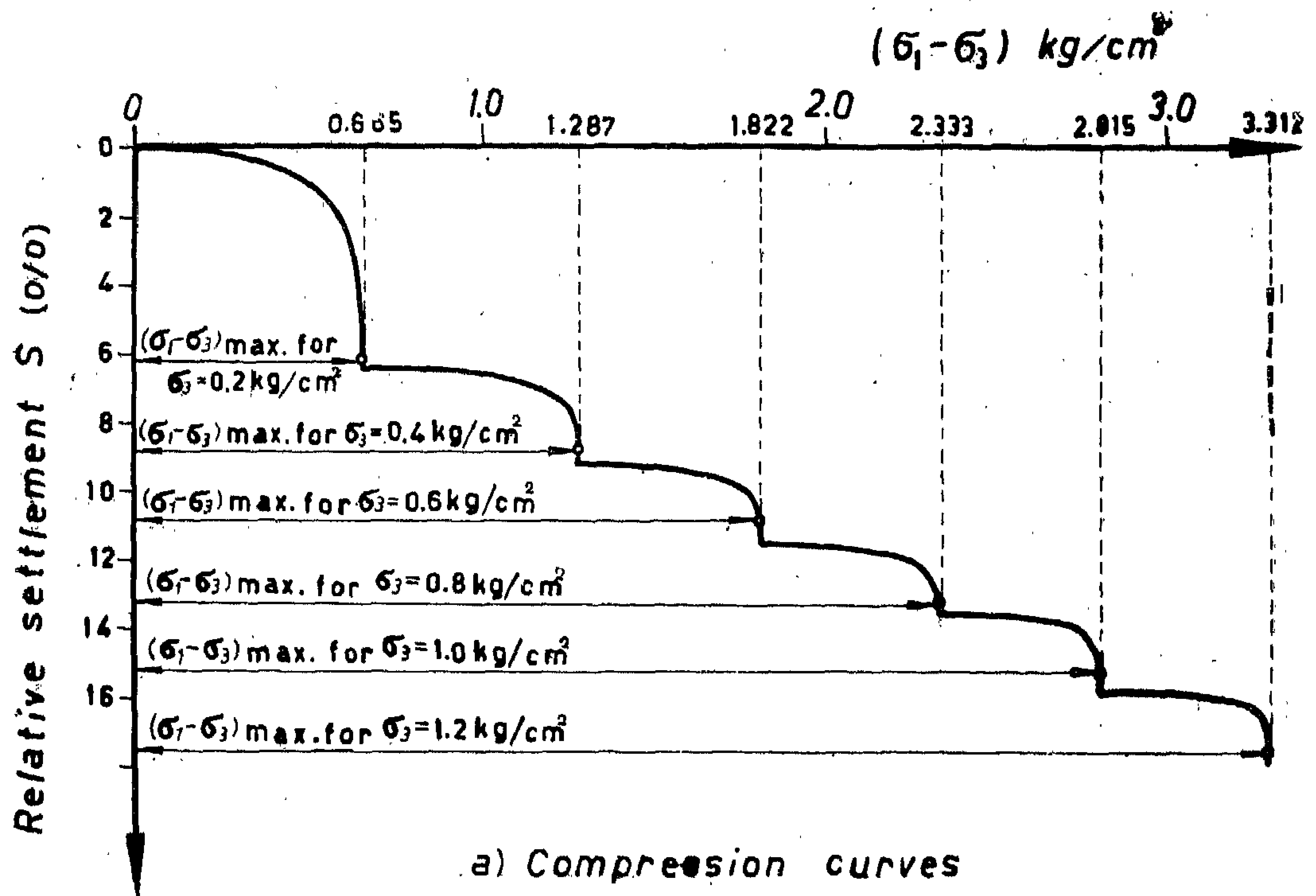
4.2—RELATIONSHIP BETWEEN THE PARAMETERS "a" AND "b" OF EQUATION (4) AND THE RELATIVE DENSITY D_r

The parameters "a" and "b" of equation (4) were calculated for all the tested samples and correlated to the initial relative densities. By means of the least square method, the statistical computations showed that a strict relationship exists between the relative density and the parameters "a" and "b" respectively as given by equations (7) and (8), see fig. (5) and (6).

$$\log a = 0.256 \, D_r - 0.288 \qquad (7)$$

$$b = 1.116 - 0.279 \, D_r \qquad (8)$$

It is to be noticed that equations (7) and (8) are limited in their use to sands whose initial relative densities lie between D_r = 0.3 and D_r = 1. That was the range used in the tests carried out in this paper, (Fig. 5). Moreover the parameter "b" was found from the test results to be not more than 1. By substituting for b=1 in equation (8) we get D_r = 0.415. Therefor equation (8) can be applied only to sands with initial relative densities equal to or greater than 0.415. Table 2 gives the parameters "a" and "b" as a function of the initial relative density. The dotted line in figure (6) represents b = 1 for D_r-values less than 0.415.



a) Compression curves

b) Mohr's circles

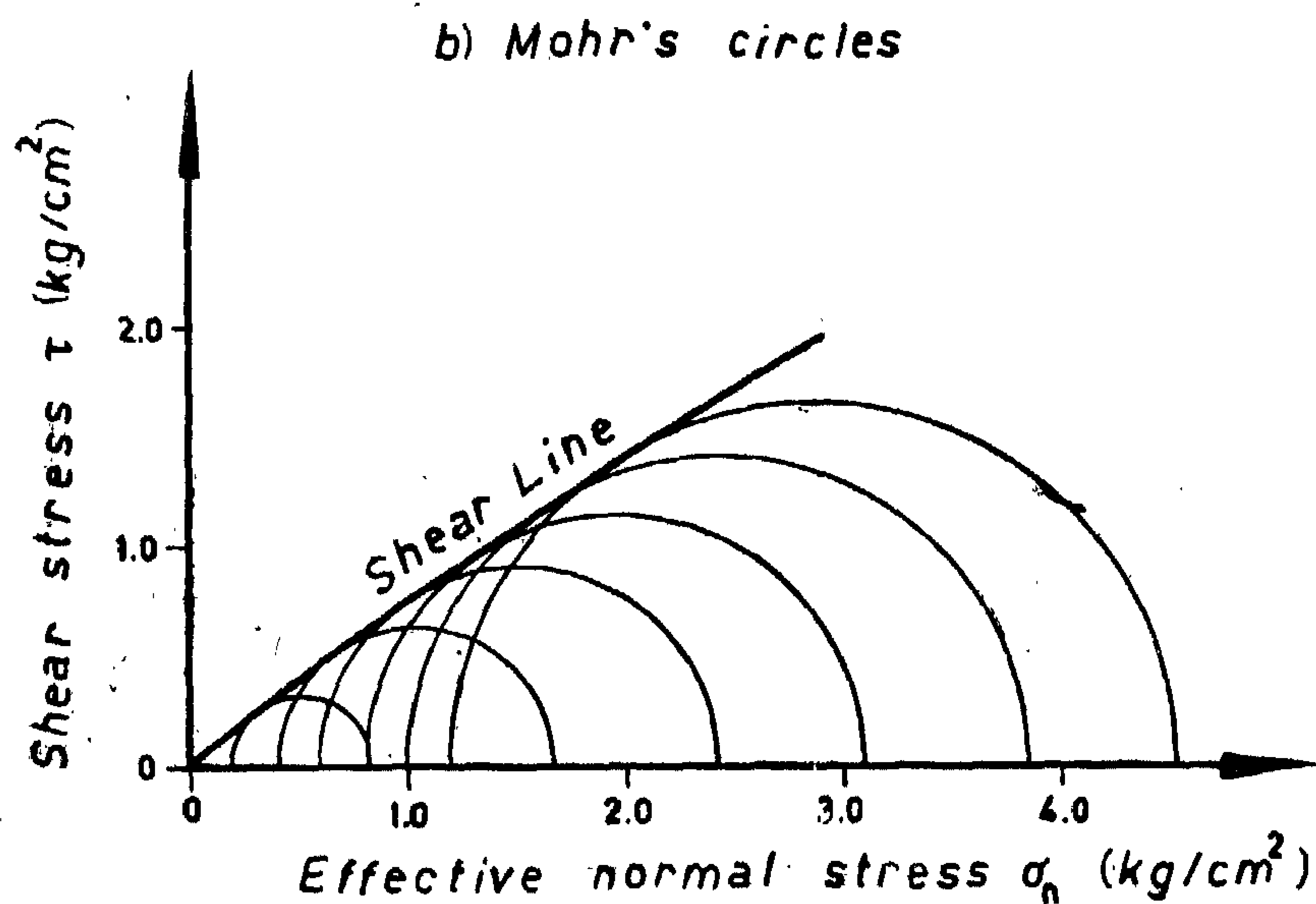


Fig 3 Determination of the shear line τ - σ after the method of Meese-Long (1959) for sand № 9, D_r = 0.716

3.2—LOADING PROCEDURE

All the tested samples were tested according to the procedure given by Meese - Long (1959). In this procedure, the sample is subjected to constant increments of allround pressure σ_3. For each increment, the axial pressure $(\sigma_1 - \sigma_3)$ is gradually increased till its maximum value is reached and then stopped. At this instant, when the sample starts to fail, the allround pressure σ_3 is increased to the next increment. As a consequence, the failure of the sample is arrested and the sample is able to sustain higher axial pressures. In this manner the test proceeds, and for each σ_3 the corresponding $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ — vaue is calculated. As a result, several pairs of σ_3 - and $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ can be obtained for each sample from a single shear test. Figure (3) illustrates the results obtained according to this procedure. Figure (3a) indicates the relationship between $(\sigma_1 - \sigma_3)$ — values versus the relative settlement of the sample for σ_3 increments of 0.2 - 0.4 - 0.6 - 0.8 - 1.0 and 1.2 kg/cm^2. Figure (3b) shows the corresponding Mohr's circles, the common tangent of which gives the shear line $\tau - \sigma_n$.

Check tests were carried out on samples subjected to one increment of allround pressure and loaded till total failure. The results obtained showed good agreement with that obtained according to Meese - Long procedure.

The allround pressure increments used were : σ_3 = 0.2 - 0.4 - 0.6 - 0.8 - 1.0 - 1.2 and 1.4 kg/cm^2. In some tests, in which the samples were loose, an allround pressure greater than 1.0 kg/cm^2 could not be reached due to the high compressibility of the loose sample.

3.3—CALCULATION OF $(\sigma_1 - \sigma_3)$ — VALUES

As the cross sectional area of the sample changes over its height during the test, an average cross sectional area was used in calculating $(\sigma_1 - \sigma_3)$ — values. The average cross sectional area A at any time is found from the equation :

$$A = \frac{V_o \pm \Delta V}{h_o - \Delta h} \qquad (1)$$

where :

V_o = Initial volume of sample.

ΔV = Change in volume of sample.

h_o = Initial height of sample.

Δh = Change in height of sample.

ΔV is assumed positive, if the volume increases during the test.

The applied axial stress $(\sigma_1 - \sigma_3)$ is found from the formula

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{\eta R}{A} = \frac{\eta R (h_o - \Delta h)}{V_o \pm \Delta V} \qquad (2)$$

where :

η = Proving ring calibration factor.

R = Proving ring reading.

4—TEST RESULTS

All the sand samples were tested in the triaxial compression apparatus, strain controlled type, at 3 to 5 different initial densities. For each sample, the common tangent of Mohr's circles gives the relationship between the shear strength τ and the normal effective stress σ_n, (fig. 3b). The $(\tau - \sigma_n)$ — lines for all the tested samples lead to the following observations :

a. The shape of the $\tau - \sigma_n$ — lines depends on the initial relative density of the sand sample. It is a straight line for loose samples (D_r less than about 0.4), and a curve for medium to high densities (D_r more than about 0.5). The curvature of the $\tau - \sigma_n$ — curve increases with the density. For initial relative densities between 0.4 and 0.5, it is a straight line or a curve with a very slight curvature.

b. In the $\tau - \sigma_n$ curves, the rate of change in $d\tau/d\sigma_n$ decreases.

c. The shear strength increases with the relative density at a constant normal effective stress.

slowly in order to minimize the air, that is liable to be withdrawn by the sand particles. The smallest initial relative density of sand obtained by this method was 31 %. Higher relative densities are obtained by uniform and gentle hammering on the surface of cylinder VIII during the placing of the sample in the mould.

h. After filling the mould with sand at the required density, the upper filter plate and the top cap are then placed on the surface of the sand sample, the upper end of the rubber membrane is then carefully fastened to the top cap by at least two binding strips.

I. In order to expell any entrapped air, the sample is subjected to laminar flow of deaired water in upward and downward directions, through the pipette attached to the cell, till no air bubbles appear.

J. The top cap is then sealed and the sample is subjected to a slight vacuum. About 20 cm³ of pore water is sucked from the sample to apply this vacuum, this is sufficient to permit the removal of the split mould.

K. After removing the mould, the height of the sample is measured, and the sample is then subjected to an allround pressure of 0.2 kg/cm². The vacuum in the sample is then released, and the sample is now ready for testing.

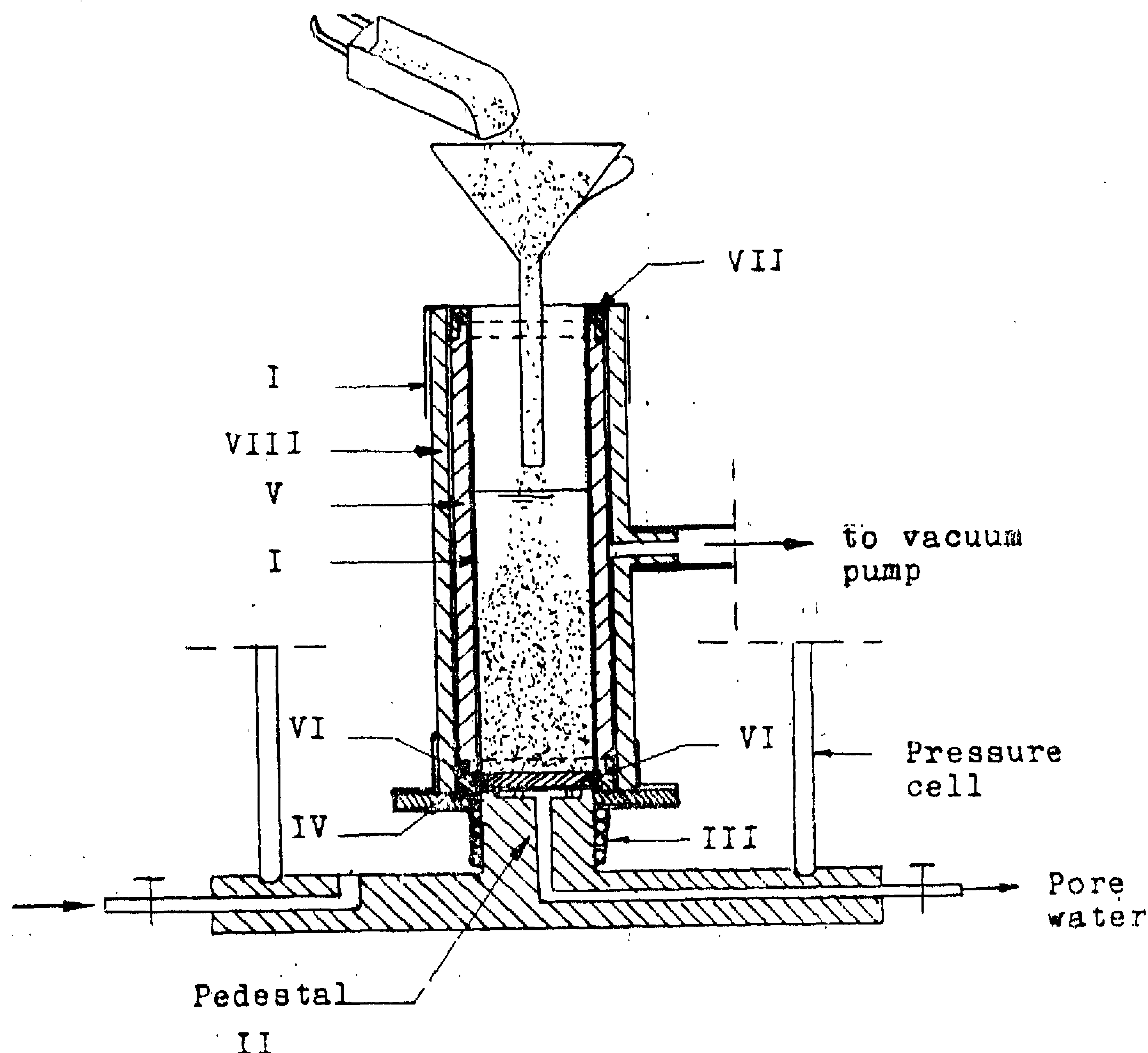


Fig. 2 Split mould used for placing the sample

height of the sample to its diameter was kept greater than 2 in order to avoid the effect of the friction between the sand particles and the filter plates on the test results (Bishop and Henkel 1957).

The triaxial compression apparatus used, is of strain controlled type. The displacement of the triaxial cell is achieved by an electric motor. A velocity of 0.23 mm/min was used as it gives a sufficient time to carry out all the calculations for determining major and minor principal stresses during the test. The axial vertical stress is measured by means of a proving ring, whereas the lateral pressure is applied by hydraulic means and measured by a pressure gauge.

Table 1 : Characteristics of the tested sand

distr. curve Grain size	Source of sand	U	G_s	$e_{max.}$	$e_{min.}$
1	Rursand Heinsberg	1.55	2.633	0.880	0.570
2	Rursand Heinsberg	1.50	2.630	0.804	0.534
3	Klève Schwanenburg	2.70	2.635	0.788	0.459
4	Rursand Heinsberg	2.90	2.630	0.815	0.491
5	Sand from Cairo	2.50	2.638	0.778	0.460
6	Emmerich	3.05	2.625	0.800	0.466
7	Duisburg	2.32	2.640	0.856	0.540
8	Rursand Heinsberg	1.45	2.630	0.880	0.590
9	Klève	1.80	2.610	0.898	0.588
10	Herzogenrath	1.64	2.650	0.940	0.566
11	Nievelstein	1.84	2.640	0.939	0.612

3 3.1.—PREPARATION OF THE SAMPLE

During the placing of the sample in the triaxial cell, a split mould is used for supporting and surrounding the rubber membrane and the sample. Fig. (2) shows a sectional elevation in the split mould used. The following procedure is followed in placing the sample, see fig. (2) :

a. One end of the rubber membrane I, is placed round the base plate pedestal II, and tightly bound with five rubber binding strips III.
b. Ring IV is then fastened to the base plate II.
c. The perforated cylinder V is placed on ring IV after fastening its three parts together by means of rings VI and VII. Cylinder VIII is then placed on ring IV.
d. The upper end of the rubber membrane is then turned over the outside surface of cylinder VIII.
e. A vacuum is applied to cylinder VIII and accordingly the rubber membrane I sticks to the inside surface of cylinder V.
f. The mould is then filled to about its half height with deaired water.
g. Oven dried clean sand is then placed in the mould by means of a funnel, the lower end of the funnel is always kept just above the water surface. The top surface of the placed sand remains always under water. The sand is placed very

1. — INTRODUCTION

Shear strength of sand depends mainly on the relative density and the effective stress normal to the plane of failure. The natural porosity of sand changes during the sampling process and the placing of the sample in the shear apparatus. Therefore, the results obtained from the laboratory tests are misleading as they belong to porosities different to that in the natural deposit.

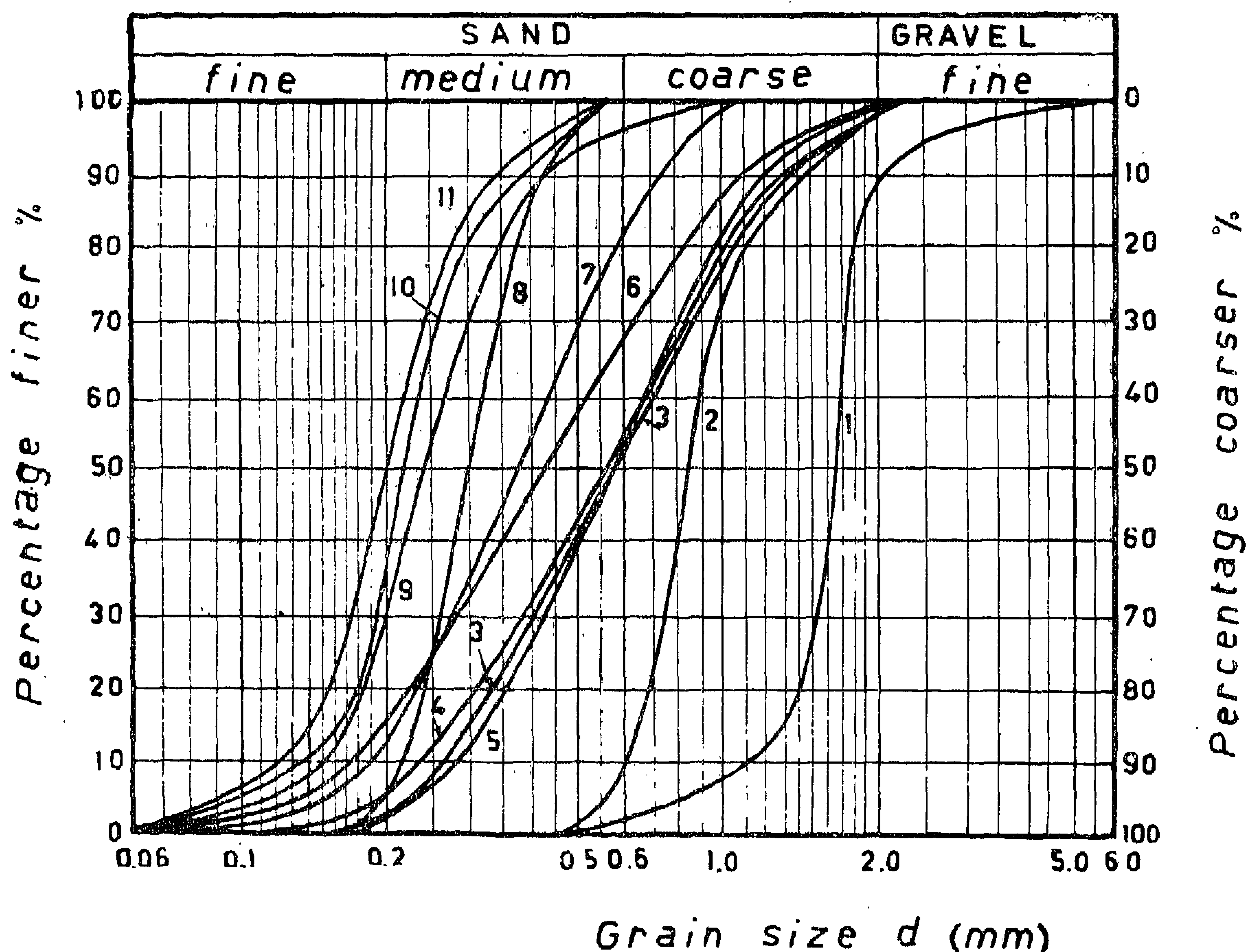
The purpose of this investigation is to study the shear characteristics of clean sand in a triaxial compression apparatus, and to derive a relationship between the shear strength and the initial relative density.

2. SAND USED FOR TESTING

Disturbed samples of clean sands were taken from seven different localities and subdivided into eleven grain size distribution curves (Fig. 1 and table 1). The uniformity coefficient of the tested sand was found to vary from 1.45 to 3.05, the maximum void ratio from 0.778 to 0.940 and the minimum void ratio from 0.459 to 0.612. The grain shape of the sand particles is not uniform as it differs with both the sand origin and the grain size. The grains are either plated, rounded, subangular or angular in shape.

3. — TEST PROCEDURE

Drained triaxial compression tests were carried out on disturbed samples of clean sand. Each sand was tested at 3 to 5 different initial densities ranging from loose to dense state. All the tests were carried out on cylinderical samples of 10 cms in diameter and about 30 cms height. The ratio of the



1 Grain size distribution curves of tested sand

SHEAR STRENGTH OF CLEAN SAND

By

Dr.-Ing. ABDELMONEM AHMED MOUSSA

Assistant Professor of Engineering, Ain Shams University.

Lecturer in Soil Mechanics and Foundations,

SHEAR STRENGTH OF CLEAN SAND

According to numerous shear tests on clean sand, it is found that the shear strength of sand depends on two factors : the normal effective stress and the relative density. The shear strength of sand follows the equation $\tau = a \cdot \sigma_n^b$. Definite relationships were obtained between the relative density and the parameters "a" and "b" respectively.

NOTATIONS

τ (kg/cm²)	: Shear strength, (maximum shearing resistance along plane of failure).
σ_1 (kg/cm²)	: Major principal stress.
σ_3 (kg/cm²)	: Minor principal stress.
σ_n (kg/cm²)	: Normal effective stress on plane of failure.
ρ (in degrees)	: Angle of internal friction.
e_i	: Initial void ratio, (void ratio at the beginning of the test).
e_{max},	: Maximum void ratio.
e_{min}	: Maximum void ratio.
$D_r = \frac{e_{max} - e_i}{e_{max} - e_{min}}$	: Relative density.
$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	: Uniformity coefficient.
$S = \frac{\Delta h}{h}$	: Relative settlement, (strain).
G_s	: Specific gravity of sand grains.

EDITING COMMITTEE

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.
- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.
- Any material intended for publication must be sent to the Secretarial at the address of the Egineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T.60 per annum.

Subscription for others P.T.200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,
28, Ramses Avenue, Cairo. Tel. 52106.

ADVERTISEMENTS

Sole agents for advertisements to be inserted in this periodical:

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

Vol, VI — No. 3 — July-August-September — 1967

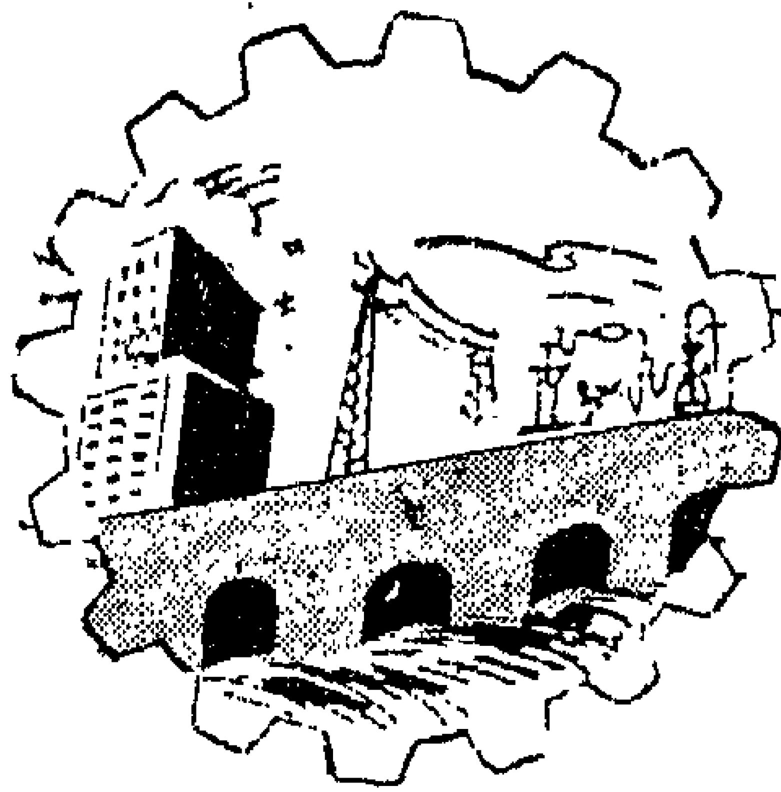
CONTENTS

ENGLISH SECTION

Page

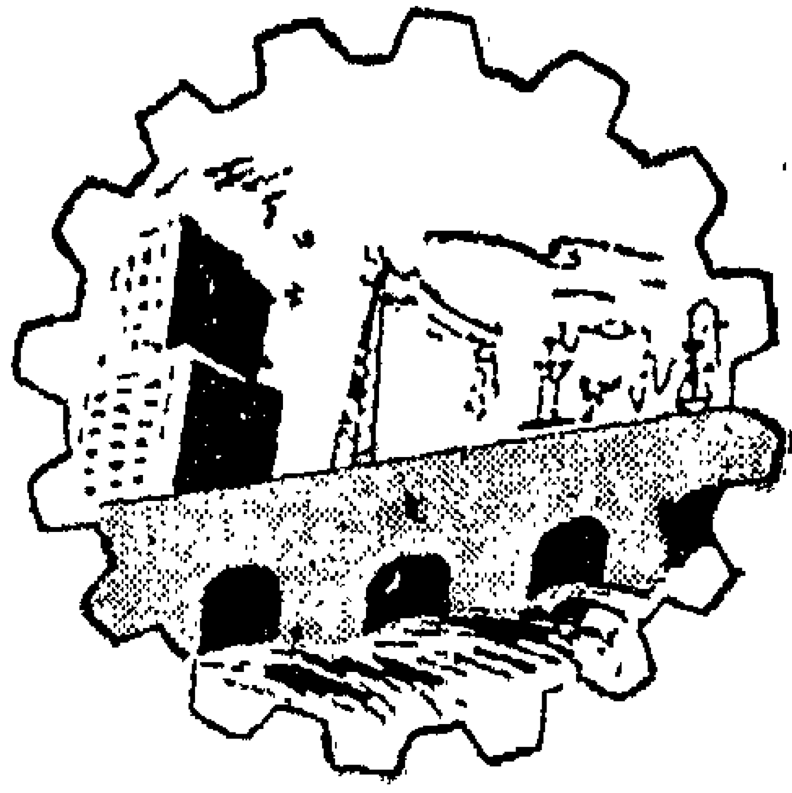
ARABIC SECTION

Mondiale" Press—Cairo



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U.A.R.

July-August-September, 1967.
Vol. VI
No. 3



مجلة

جمعية المهندسين المصرية

أكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٦٧ | المجلد السادس | العدد الرابع

مجلة

جمعية المهندسين المصرية

مجلة علمية هندسية — تصدرها كل ثلاثة شهور

جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة

السنة السادسة العدد الرابع أكتوبر — نوفمبر — ديسمبر ١٩٦٧

محتويات هذا العدد

القسم العربى

صفحة

القسم الافرنجى

بيـانات :

مقر المجـلة :

جمعية المهندسين المصرية
٢٨ شارع رمسيس بالقاهرة
تليفون ٥٢١٠٦

الاشتراكات :

- جميع أعضاء جمعية المهندسين بالقاهرة مشتركون فى المجلة بحكم عضويتهم

الاشتراك السنوى :

	للمهندس	للهيئات
لغير الأعضاء :	٦٠ مليم	٢٠٠ مليم

- ترسل البحوث والموضوعات والتعليقات إلى أمانة التحرير بمقر جمعية المهندسين المصرية بالقاهرة
- ترحب المجلة بما يرسل إليها من بحوث وموضوعات هندسية ، أى تعليقات علمية للمناقشة
- المجلة غير مسئولة عن الآراء التى تنشر وتعبر عن رأى كاتبها فقط

الإعلانات
مؤسسة مصر للطباعة والنشر
القاهرة : ١٩ شارع سوق التوفيقية تليفون : ٥٩١٠٦

لجنة التحرير

التكامل الصناعى بين الدول العربية

الدكتور مهندس محمد فهيم صقر

مقدمة

إذا نظرنا إلى الدول العربية نشاهد نشاطاً ملحوظاً لتنمية قطاع الصناعة ، فنجد مثلا :

فى السعودية يجرى حالياً العمل لتشييد صناعات الحديد والصلب وصناعة الأسمنت.

فى الكويت يجرى حالياً العمل لتشييد صناعات الكيماويات البترولية وصناعة الأسمنت كذلك .

وفى السودان اهتمام خاص بتنمية صناعة السكر وصناعة غزل ونسيج القطن .

وفى العراق نشاهد برنامجاً صناعياً كبيراً تقدر استثماراته بحوالى ١٨٧ مليون ديناراً عراقياً .

وفى الجمهورية العربية المتحدة نشاهد برنامجاً ضخماً آخر واتجاهاً إلى الصناعات الثقيلة .

وفى المغرب يتوفر خام الفوسفات مما شجع على قيام صناعات فوسفاتية ، مع التفكير فى التوسع الكبير فى هذه الصناعات .

وفى ليبيا يتوفر الغاز الطبيعى بدرجة كبيرة مما شجع على التفكير فى قيام الصناعات التى تعتمد على هذا الغاز كمادة خام . كما أن القانون الليبى يقضى بتخصيص ٧٠٪ من عائدات البترول للتنمية الصناعية .

ورغم هذا النشاط الملحوظ لتنمية وتدعيم الصناعة فى البلاد العربية إلا أننا نلاحظ عن التنمية الصناعية فى هذه المنطقة الآتى :

أولا : أن معدل التنمية الصناعية يختلف اختلافاً بيناً بين دولة وأخرى .

ثانياً : أن درجة التنمية الصناعية تشير إلى أن حركة التصنيع فى هذه المنطقة ما زالت فى المرحلة الأولى إذ أن غالبية الإنتاج الصناعى لا زالت من السلع الاستهلاكية التقليدية .

ثالثاً : إن حركة التصنيع تنمو فى كل دولة دون النظر إلى حركات التصنيع فى الدول العربية الأخرى ، ولم تقم أى دولة عربية بوضع خطة صناعية فيها فى ضوء الإمكانيات الصناعية أو حركة التصنيع فى الدول العربية الأخرى .

رابعاً : إن مشاكل التنمية الصناعية متشابهة فى مختلف البلاد العربية تقريباً .

خامساً : إن مقومات النهضة الصناعية وهى :
١ — الثروة الطبيعية ٢ — رؤوس الأموال ٣ — العمال
٤ — الخبرة الفنية تختلف درجتها من بلد لآخر ولكنها تكمل بعضها إذا أخذت البلاد العربية ككل .

الوضع الصناعى بالبلاد العربية :

تعتمد أغلب البلاد العربية على إنتاج المواد الأولية الزراعية واستخراج الخامات التعدينية وأهمها البترول كمصدر أساسى للدخل . ولازالت الصناعات التحويلية تحتل مكاناً متواضعاً كمصدر للدخل القومى وكمجال لاستخدام اليد العاملة ولا تشارك إلا بنصيب متواضع فى مجال الصادرات ، ولا يزيد نصيب الصناعة التحويلية من الدخل القومى عن ١٠ ٪ وقد يرتفع إلى ٢٠ ٪ فى بعض البلاد العربية ، بينما تصل إلى ٤٠ ٪ فى الدول المتقدمة صناعياً ، ونسبة المشتغلين فى الصناعة التحويلية من القوى العاملة فى الدول العربية يتراوح بين ٣ ٪ و ١١ ٪ فى حين تبلغ هذه النسبة فى البلاد الصناعية من ٣٠ ٪ إلى ٤٠ ٪ .

ويقدر معدل النمو السنوى للانتاج الصناعى بالبلاد العربية مابين ٨ ٪ و ١٤ ٪ ولا يزيد نصيب الصادرات من السلع المصنعة عن ٥ ٪ فى معظم البلاد العربية ويصل إلى ٢٥ ٪ أو ٣٠ ٪ فى عدد قليل منها . وقد وصلت نسبة الإستثمارات المستهدفة فى الصناعة إلى مابين ١٥ ٪ و ٣٠ ٪ من إجمالى استثمارات خطط التنمية الإقتصادية والإجتماعية لمعظم البلاد العربية .

وباستعراض البنيان الصناعى وتطوره فى البلدان العربية حتى الوقت الحاضر يتبين أن أغلب فروع الصناعة التى اتجهت إليها التنمية الصناعية فى الماضى تناولت عادة أنواعاً من السلع الاستهلاكية الخفيفة لمواجهة الطلب المحلى على هذه السلع بدل استيرادها كما هو بالنسبة للصناعات الغذائية والمشروبات والتبغ والمنسوجات والملابس ، وكذلك السلع الاستهلاكية المعمرة كالأثاث والأدوات المنزلية وعدد من صناعات التجميع .

وقد اتجهت بعض الدول العربية منذ وقت قريب إلى الصناعات الكيماوية الأساسية ومنها صناعة الأسمدة والأحماض والقلويات والغازات والأملاح الصناعية ، كما اتجه بعضها إلى صناعة منتجات المطاط والإطارات ، فى حين اتجه عدد قليل منها إلى صناعة بعض المعدات وأدوات الإنتاج .

وتدل البيانات التقريبية على أن صناعة الأغذية والمشروبات والتبغ والمنسوجات والملابس تشكل فى مجموعها مابين ٥٠ ٪ و ٧٠ ٪ من إجمالى الناتج من الصناعات التحويلية فى معظم البلاد العربية فى حين أن النسبة الخاصة بصناعات الأثاث والأخشاب والورق وصناعات الطباعة والنشر وهى من الصناعات الخفيفة أيضاً تتراوح بين ٦ ٪ و ٨ ٪ . ومدلول ذلك أن الصناعات الثقيلة ومنها صناعة المعادن الأساسية والمنتجات المعدنية ومنتجات المطاط والصناعات الكيماوية والصناعات الهندسية لا تزال تشكل النصيب الأقل من الناتج الصناعى العربى

وعلاوة على صغر حجم الصناعة بالبلاد العربية فهى حديثة نسبياً إذ أنشئت معظم الصناعات بعد الحرب العالمية الثانية وأهم الصناعات أنشىء منذ سنوات قليلة او فى سبيل الإنشاء او لازال تحت الدراسة . ويستثنى من ذلك بعض الصناعات التى بدأت منذ مدة طويلة فى بعض مناطق من العالم العربى لظروف خاصة مثل صناعة بناء السفن وصيد السمك بالكويت وبعض أنواع النسيج بسوريا وتعبئة التمور بالعراق .

ولم تبدأ حتى الآن محاولات لتكامل الصناعات بين البلاد العربية بحيث تقوم على أساس من التخصص والتنوع حسب الإمكانيات الخاصة لكل بلد عربى وحسب تخطيط سليم يحقق التنمية الصناعية السريعة للبلاد العربية كوحدة كاملة .

ولم يمنع ذلك من قيام خطوات هامة فى سبيل التخطيط الصناعى وتنمية وتشجيع الصناعات فى كل البلاد العربية كوحدات منفصلة .

وفيما يلى بعض الأرقام التى تبين الوضع الصناعى فى مختلف البلاد العربية وأهمية الصناعة بالنسبة للاقتصاد القومى بها وكذلك أهم الصناعات وبعض الأرقام عنها فى حدود البيانات المتاحة .

اليمن :

توجد بعض الصناعات اليدوية البسيطة كصناعات النسيج والجلود والصباغة وبناء السفن الشراعية والنحاس المشغول .

الجزائر :

لم تتم بعد وضع خطة للتنمية الصناعية نظراً لطول فترة حرب التحرير التى لم تنته إلا من سنوات قليلة ويتجه العمل حالياً إلى ما يلى :

١ — استرجاع المصانع والشركات التى كانت من قبل فى أيدى الأجانب .

٢ — استخراج المعادن بواسطة شركات قومية تابعة للدولة ، وكذلك استخراج البترول ونقله بنفس الطريقة .

٣ — البدء فى وضع خطة لتصنيع المنتجات الزراعية والمعدنية والبترولية .

٤ — البدء فى وضع خطة للصناعات الاستهلاكية .

الأردن :

يعمل بالصناعة حوالى ٣٠٠٠٠ عامل لإنتاج ما قيمته ٢٨ر٣ مليون دينار (إحصاء عام ١٩٦٣) .

وأهم الصناعات الأسمنت وتكرير البترول ودباغة الجلود والنسيج والسجاير وتصنيع الزيوت النباتية من الثروات الطبيعية المستغلة الفوسفات والرخام .

وقد ارتفع الدخل الصناعى من ٢ر٤ مليون دينار عام ١٩٥٤ إلى ١٣ر٦ مليون دينار عام ١٩٦٤ ويمثل نسبة حوالى ١٠ ٪ من جملة الإنتاج القومى .

الكويت :

تبلغ نسبة إيرادات الدولة من البترول الى جملة الإيرادات ٩٤٪

وتعتبر صناعة الكيماويات البترولية هى قاعدة الصناعة فى الكويت حالياً ، وقد دخلت هذه الصناعة دور التنفيذ وبدأت بإنتاج الأسمدة . وتقدر قيمة المنتجات البتروكيماوية التى ستقوم الكويت بتصديرها الى الخارج كخامات نصف مصنعة بحوالى ٧ر٥ مليون دينار .

وتوجد بالكويت الصناعات التالية :

(أ) صناعة مواد البناء ويعمل بها ٤٧٠٠ عامل .

(ب) صناعة التصليح والصيانة ويعمل بها ٦٧٠٠ عامل .

(ج) صناعة للثروة السمكية وصناعات غذائية .

ليبيا :

يزداد الاهتمام بالتنمية الصناعية كلما زاد حجم إيرادات الدولة من البترول . وقد صدر قانون بتخصيص ٧٠٪ من إيرادات البترول للتنمية الصناعية .

ويمكن تلخيص الوضع الصناعى كما يلى :

١ — توجد صناعات تحويلية بإنتاج سنوى حوالى ٢٠ مليون جنيه ليبى معظمها صناعات غذائية .

٢ — يجرى البحث حالياً فى استغلال الغاز الطبيعى الذى أكتشف ولا يزال يكتشف بكميات ضخمة كمصدر للطاقة فى إقامة صناعات أو استغلاله كمادة أولية فى صناعة

الأسمدة والكيماويات البترولية . ومن الصناعات المقترحة :

(أ) صناعة الأسمنت وسيبدأ الإنتاج أواخر عام ١٩٦٧ .

(ب) صناعة البتروكيماويات والأسمدة وينتظر أن تنتهى الدراسة قريباً .

(ج) تعبئة التمور للتصدير .

(د) صناعات صيد الأسماك .

(هـ) صناعة الجبس .

لبنــان :

ينتج القطاع الصناعى بلبنان ما قيمته بين ١٢ و١٥٪ من الدخل القومى ويعمل به حوالى ١٣ ٪ من اليد العاملة .

ومعظم الصناعات من السلع الاستهلاكية ومن السلع الوسيطة التى تستخدم فى لبنان كالحديد والأسمنت والمواسير .

ويقدر الإنتاج الصناعى بمبلغ ٣٥٠ مليون ليرة لبنانية سنوياً .

السـودان :

يمتاز السودان بثرواته الزراعية والحيوانية والمعدنية والتى تعتبر الخامات الأساسية لصناعاته وفيما يلى كشف بأهم الصناعات الموجودة به حالياً :

العراق :

بدأت النهضة الصناعية على أثر زيادة إيرادات الدولة من عوائد البترول الخام عام ١٩٥٠ وأمكن بذلك توفير رؤوس الأموال اللازمة وأصبح معدل النمو الصناعى ١١,٥ ٪ سنوياً بينما لم يتعدى معدل النمو الاقتصادى عامة ٦,٤ ٪ .

ويوجد تحت الإنشاء حالياً مصانع للحرير الصناعى واستخلاص الكبريت والأدوية والزجاج والسيراميك والآلات الزراعية والنسيج القطنى والنسيج الحريرى والورق بتكاليف كلية ٨٥ مليون دينار .

ويوجد تحت الدراسة مصانع أخرى بتكاليف كلية ٨٨ مليون دينار أهمها مصنع للحديد والصلب .

وفيما يلى بيان بالمشاريع الصناعية فى الخطة الخمسية ٦٥ — ٦٩ :

المشروع	التكاليف الكلية مليون دينار عراقى
١ — عجينة الحرير الصناعى	١,٥
٢ — مصنع الحرير الصناعى	١٣,٠٠٠
٣ — مصنع الورق	١٦,٥

الصناعة	الإنتاج السنوى	القيمة بالجنيه السودانى
١ — السكر	١٦٠٠ طن	٢,٠٠٠,٠٠٠
٢ — المدابغ	١٣٥٠ طن	٣٨٣,٠٠٠
٣ — الغزل والنسيج	٦٠ مليون ياردة	٥,٢٦٠,٠٠٠
٤ — الأسمنت	١٨٠,٠٠٠ طن	٦٠٠,٠٠٠
٥ — السجاير	٥٠٤,٠٠٠ كيلو جرام	١,٢٥٠,٠٠٠
٦ — أحذية	٥,٠٠٠,٠٠٠ زوج	١,٧٥٠,٠٠٠
٧ — منسوجات وتريكو		٦٤٠,٠٠٠
٨ — معدات تبريد		٣٤٠,٠٠٠
٩ — ثلاجات		١٠٠,٠٠٠
١٠ — معدات منزلية		٤٠٠,٠٠٠
١١ — مواد تغليف وتعبئة		٧٠٠,٠٠٠
١٢ — كبريت		١٥٠,٠٠٠
١٣ — تشكيل ألمنيوم وصلب		٢٥٠,٠٠٠

(تابع) المشاريع الصناعية

المشروع	التكاليف الكلية مليون دينار عراقى
٤ — مضنع استخلاص الكبريت	٩,٤
٥ — مصنع الأسمدة الكيماوية	١١
٦ — وصنع الإطارات والأنابيب المطاطية	٢
٧ — مصنع الأدوية	٦,٨٥
٨ — مصانع سكر	٥,٥
٩ — التمور والعلف الحيوانى	١,٥
١٠ — مصانع سيراميك وزجاج	٨
١١ — عدد ولوازم ومصابيح كهربائية	٣,٦
١٢ — حديد وصلب	٢٦
١٣ — آلات زراعية	١٠,٣
١٤ — مصانع نسيج قطن	١٣,٠٠٠
١٥ — نسيج صوف	٤
١٦ — نسيج حرير	٩,١
١٧ — حياكة وجوارب	٢,٥٥

وفيما يلى جدول يبين نوعية الصناعات العراقية وأهميتها بالنسبة لعام ١٩٦٢ وذلك بالنسبة للصناعات الكبيرة :

الصناعة	قيمة المنتجات المباعة ألف دينار عراقى
١ — غسل وكبس الصوف	٩٣٥
٢ — حلج الأقطان	٢١٣٨
٣ — ألبان	٧٩٤
٤ — كبس تمور	٤٠١٧
٥ — طحن حبوب وثلج	١١٤٠٩
٦ — سكر	١٥٠٢
٧ — زيوت نباتية	٧٧٠٧
٨ — مشروبات روحية	٢١٠١
٩ — مياه غازية	٤٠٤٧
١٠ — سجاير	٩٠٤٧
١١ — منسوجات قطنية	٣٧٧٧
١٢ — منسوجات صوفية	١٨٨٢
١٣ — منسوجات حريرية	١٢٦٣
١٤ — أحذية	٢٥٢٨
١٥ — أثاثات معدنية	٧٢١
١٦ — دباغة جلود	١٢٢٤
١٧ — صابون	٣٥٠
١٨ — تصفية بترول وزيوت تزييت	١٣٥٨٥
١٩ — أسمنت	٥٥٣٠

السعودية :

تعتمد السعودية على مصدر واحد للدخل وهو البترول وعلى ذلك أصبح قيام الصناعة أمراً حيوياً لضمان استمرار النمو الإقتصادى .

وتمثل الصناعة فى المتوسط حوالى ٦ ٪ من الدخل القومى وأهم الصناعات القائمة وتحت التأسيس والدراسة ما يلى :

عدد		
١ — ٣ مصانع أسمنت	لإنتاج	٢٠٠٠طن يومياً
٢ — مصنع للجبس	لإنتاج	١٠٠ طن يومياً
٣ — مصنعين للصابون	لإنتاج	١٠ طن يومياً

٤ — صناعة للحديد والصلب قدرت استثماراتها بمبلغ ٢٠٠ مليون ريال سعودى ، تم تنفيذ المرحلة الأولى منها بتكاليف ٣٠ مليون ريال سعودى لإنتاج القضبان الحديدية .

٥ — مشاريع تحت الدراسة لاستغلال الثروة المعدنية تقدر استثماراتها بمبلغ ٣٠٠ مليون ريال سعودى لاستخراج الباريت والفضة والفوسفات والمغنسيوم والملح وخام الحديد .

٦ — الاستفادة من الغاز الطبيعى بإقامة صناعة للكيماويات البترولية كما يلى :

(أ) استثمار ١٨٠ مليون ريال سعودى لإنتاج سماد اليوريا .

(ب) استثمار ٢٥٠ مليون ريال سعودى لإنتاج مادة ب . ف . ك .

(ج) استثمار ١٥٠ مليون ريال سعودى لإنتاج الكبريت الخام .

٧ — دراسة مشروعات بترولية فى مجال التوزيع والبحث والتكرير وإنتاج زيوت التزييت والتشحيم باستثمارات إجمالية ٤٥٠ مليون ريال سعودى .

٨ — توجد حالياً مصانع صغيرة مختلفة لدباغة الجلود وتعبئة التمور وتعبئة الجبس والأسماك والملابس الجاهزة والأثاث والطوب والبلاط .

سوريا :

بدأت سوريا منذ مدة قريبة بمسح جيولوجى شامل لاكتشاف الخامات القابلة للتصنيع وقد تم اكتشاف الفوسفات والملح الصخرى وبدأت اتخاذ الإجراءات اللازمة لاستغلالها كما يلى :

(أ) التعاقد على الآلات اللازمة لاستخراج ٣٠٠ ألف طن من خام الفوسفات وإقامة صناعة للتربل فوسفات بطاقة إنتاجية ١٠٠,٠٠٠ طن سنوياً .

(ب) استغلال الملح الصخرى الذى ينتظر أن يتم عام ١٩٦٩ بتكاليف كلية ٧ مليون ليرة سورية .

ومن أهم المشاريع الأخرى :

(ا) إنشاء مصنع للأسمدة الآزوتية بتكاليف كلية ٧٠ مليون ليرة لإنتاج ١٤٨٥٠٠ طن سنوياً وينتظر أن يتم عام ١٩٦٩ .

(ب) إنشاء مصنع للقضبان الحديدية باستخدام الخردة بطاقة إنتاجية ١٠٠,٠٠٠ طن سنوياً . ويمكن تلخيص الوضع الصناعى الحالى كما يلى :

١ — وجود صناعة غزل ونسيج مزدهرة وقد بلغ الإنتاج عام ١٩٦٥ مقدار ٣٠٣٦٠طن غزل قطن و ١٢٣٠٠ طن منسوجات قطنية .

٢ — تعتمد صناعة المنسوجات الصوفية على استيراد الصوف الخام ولا تزال الدراسة جارية لاستخدام الصوف المحلى الذى يبلغ إنتاجه ٦٠٠٠ طن سنوياً .

٣ — توجد صناعات هندسية وصناعات مواد بناء مختلفة للاستهلاك المحلى .

المغرب :

تتوافر الخامات المعدنية كخامات الحديد والرصاص والمنجنيز والكوبالت والزنك علاوة على خامة الفوسفات التى ينتج منها سنوياً ١٠ مليون طن .

وتمثل الصناعة مايعادل ٢٢ ٪ من الإنتاج القومى وتشمل خطط التصنيع المقبلة إنشاء مصنع للصلب وإنتاج الصودا الكاوية والكلور .

وفيما يلى بيان ببعض الصناعات الهامة وإنتاجها عام ١٩٦٤ .

الصناعة	الإنتاج
١ — السكر	٣٣٦,٨٠٠ طن
٢ — عصير الفواكه والحمضيات والطماطم	١١٥٠٠ طن
٣ — أسلاك ومواسير	٤٠٠٠ طن
٤ — أسلاك كهربائية	٢٥٠٠ طن
٥ — محركات ومحولات كهربائية	٣٢,٨٠٠ طن
٦ — أجهزة تبريد	١٠٠٠ وحدة
٧ — أثاثات معدنية	١٠٠٠ طن
٨ — غزل قطن	٧٧٠٠ طن
٩ — نسيج قطن	٧٠٠٠ طن
١٠ — غزل صوف	٢٠٠٠ طن
١١ — نسيج صوف	٥٠٠ طن
١٢ — نسيج ريون	١٥٠٠ طن
١٣ — إطارات سيارات	١٨٩٠٠٠ وحدة
١٤ — منتجات فوسفاتية	٥٠٠,٠٠٠ طن

تونس :

تتوافر خامات الحديد والفوسفات والغابات والمنتجات الزراعية ، وقد خصص لاستثمارات الصناعة فى المدة ٦٨/٦٥ مبلغ ١٥٠ مليون دينار .

وفيما يلى أهم بنود التوزيع :

الصناعة	الاستثمار ١٩٦٨/٦٥ (مليون دينار تونسى)
١ — مناجم الفوسفات والحديد والرصاص والزنك والزئبق والمرمر	١٧
٢ — صناعات القطن	٩
٣ — صناعات الصوف	٦
٤ — أسمدة فوسفاتية	٢٠
٥ — تنقيب واستغلال البترول	١٦
٦ — خشب وورق	٣
٧ — مواد غذائية	٤
٨ — توليد الكهرباء وتوزيعه	٢٠

وفيما يلى بعض البيانات الصناعية الهامة :

(أ) يبلغ إنتاج خام الحديد ١,٢٥٠,٠٠٠ طن سنويا يصدر ٨٥٪ منه ، وتوجد صناعة للحديد والصلب لانتاج عربات المناجم وعبوات معدنية وبراميل .

(ب) يبلغ إنتاج خام الفوسفات ٣ مليون طن يرفع إلى ٥ مليون طن عام ١٩٧٠ ويستهلك جزء منه لصناعة أسمدة فوسفاتية للاستهلاك المحلى والتصدير ، أما الباقى فيصدر إلى أوروبا .

(ج) يوجد مصنع للأسمنت بطاقة إنتاجية سنوية ٥٠٠,٠٠٠ طن ، وتوجد صناعات لمواد البناء .

(د) يعتبر صيد الاسماك الثروة الأهاية الثالثة بعد الزراعة والمناجم ويبلغ الإنتاج السنوى ٣٠,٠٠٠ طن ومنتظر أن يصل إلى ٥٠,٠٠٠ طن سنويا .

(ه) بتوفير الفلين ونبات الحلفا الذى يحول إلى عجينة للتصدير (٨٠ طن يومياً) .

(و) صناعة صغيرة للغزل والنسيج وصناعة متطورة لتعليب الخضروات والفاكهة .

الجمهورية العربية المتحدة :

تعتبر أكثر الدول العربية اهتماما بالتنمية الصناعية ويكفى للدلالة على ذلك ارتفاع نسبة الدخل المتولد من الصناعة بالنسبة للدخل القومى كمايلى :

السنة	النسبة
٥٢ / ٥٣	١٥,٨٪
٥٩ / ٦٠	٢٠ ٪
٦٤ / ٦٥	٢٢ ٪

كما أن قيمة الإنتاج الصناعى والصادرات فى زيادة مستمرة :

السنة	الإنتاج الصناعى بالمليون جنيه	الصادرات بالمليون جنيه
٦٠/٥٩	١٠٨٦,٧	٤٠,٧
٦٥/٦٤	١٤٦٩,٩	٩٩

ويمكن تلخيص الوضع الصناعى بالجدول التالى الذى يبين الإنتاج الصناعى خلال ١٩٦٥/١٩٦٤ .

الصناعة	الإنتاج لعام ١٩٦٥/١٩٦٤
١ — سكر	٤٠٤٠٠٠ طن
٢ — جلوكوز	٣٣٦٢٣ طن
٣ — مياه غازية	٧٥١ مليون زجاجة
٤ — سردين معلب	٧,٠٤٥ مليون علبة
٥ — مسلى صناعى	٤٤٠٠٠ طن
٦ — مكرونة	٥٤٠٠٠ طن
٧ — غزل قطن	١٣٦٠٧٦ طن
٨ — منسوجات قطنية	٨٤٣٤١ طن

(تابع) الإنتاج الصناعى

الصناعة	الإنتاج لعام ٦٤/١٩٦٥	
٩ — غزل صوف	٩٨٠٠	طن
١٠ — منسوجات صوفية	٣٥٠٤	طن
١١ — غزل الحرير	١٥٣٣٦	طن
١٢ — غزل الجوت	١٦٣٨٠	طن
١٣ — خام الحديد	٥١٠٨٨٨	طن
١٤ — بترول خام	٦٣٨٠,٠٠٠	طن
١٥ — صودا كاوية	١٦٩٥٤	طن
١٦ — حامض الكبريتيك	١٩٩٧٩٦	طن
١٧ — أسمدة آزوتية	٩٤٥٠٠٠	طن
١٨ — السوبرفوسفات	٢٦٥٦٥٠	طن
١٩ — منظفات صناعية	٣٢١١	طن
٢٠ — صابون	١١٥٥٠٠	طن
٢١ — أدوية	١٩,٣٦٦	مليون جنيه
٢٢ — ورق	١٠٥٧٠٤	طن
٢٣ — خزف وصينى	٨٨٠٦	طن
٢٤ — مواسير خرسانية	١٨٥٦٢٥	طن
٢٥ — إطارات سيارات	٣٠٣٩٦٠	بالعدد
٢٦ — أسمنت	٢,٤٠٢,٤٠٠	طن
٢٧ — قضبان سكة حديد	٨٧٩٢٨	طن
٢٨ — حديد تسليح	١٧٤٠٠٠	طن
٢٩ — صاج وألواح مسحوبة على الساخن	٣٠٧٨١	طن
٣٠ — إسطوانات بوتاجاز	١١٥٠٠٠	بالعدد
٣١ — سخانات بوتاجاز	١٦١٦٠	بالعدد
٣٢ — أفران بوتاجاز	٧٨٦٦٢	بالعدد
٣٣ — مسامير	١٦٠٠٠	طن
٣٤ — أثاثات معدنية	٢,٧٧٥,٠٠٠	جنيه
٣٥ — طلمبات مياه دائرية	١٨٨٥	بالعدد
٣٦ — سيارات لورى	٩٨٤	بالعدد
٣٧ — سيارات أوتوبيس	٤٠٠	بالعدد
٣٨ — سيارات ركوب	٤٣٨٦	بالعدد
٣٩ — دراجات	٣٩٦٠٤	بالعدد
٤٠ — ماكينات خياطه	٩٥٠٠	بالعدد
٤١ — أجهزة راديو	١٧٥٥٤١	بالعدد
٤٢ — ثلاجات كهربائية	٤٢٨٦١	بالعدد
٤٣ — غسالات كهربائية	١٧٢٠٢	بالعدد
٤٤ — عدادات كهربائية	١٠٧٦٥٠	بالعدد

مشاكل الصناعة بالبلاد العربية :

توجد بعض ظواهر تقف حجر عثر فى طريق قيام صناعات عربية عديدة على أساس الإنتاج الكبير بحيث يمكن أن تؤدى إلى الإسراع بمعدلات التنمية الصناعية ، ومن تلك الظواهر قيام البلدان العربية بإنشاء صناعات متكررة متماثلة فى كل بلد منها بمعزل عن أوضاع أسواق البلدان العربية الأخرى ، مما يؤدى إلى إقامة منشئات صناعية تزيد سعتها الإنتاجية عن حاجة أسواق البلد الذى قامت فيه أحياناً كما ويؤدى إلى إقامة منشئات صناعية صغيرة أقل سعة مما يسمح بتوافر مقومات الإنتاجية العالية ، ويترتب على ذلك فى كلتا الحالتين إرتفاع تكلفة الإنتاج وخفض قدرته على المنافسة العالمية .

ولن تحل هذه الظاهرة إلا بالتنسيق الصناعى بين البلاد العربية وتكامل الصناعات بينها بقيامها على التخصص والتنوع حسب الموارد المتوافرة وطاقات الأسواق على استيعاب منتجاتها ، ويتطلب هذا التنسيق مزيداً من الدراسات التفصيلية وإلى كثير من المعلومات الإحصائية والبيانات الفنية عن الموارد والطاقات والإمكانيات والإحتياجات ، وإلى تبادل الخبرة والبيانات الكمية والنوعية بين الدول العربية بصفة مستمرة ودورية ، كما يتطلب التنسيق تخطيطاً وتنظيما وإجراءات تؤدى إلى تحقيقه على مر الزمن .

ومن أهم المشاكل التى تواجه التنمية الصناعية فى الدول العربية ما يلى :

١ — مشاكل التخطيط الصناعى وتقييم برامجه ومشروعاته ضمن نطاق التخطيط الإقتصادى — والإجتماعى الشامل فى كل دولة عربية ومتطلبات ذلك من قيام وتعزيز أجهزة التخطيط والتقييم والمتابعة .

٢ — مشاكل اختيار فروع الصناعات وأنواع المشروعات الصناعية وتحديد أولوياتها والربط بينها ووضع ترتيبها الزمنى للتنفيذ ومعايير ذلك فى كل دولة على حدة وبما يهيء للتنسيق الصناعى بين الدول العربية .

٣ — مشاكل عدم توافر المعلومات الفنية والبيانات الإحصائية عن الموارد الصناعية وإمكانياتها وتداولها بين البلدان العربية بصفة دورية .

٤ — مشاكل ندرة المهارات المهنية والتخصصات الفنية والقوى الإدارية المطلوبة للتنمية الصناعية السريعة وكيفية التغلب عليها بالربط بين تخطيط البرامج والمشروعات الصناعية وبين تخطيط التعليم والتدريب والحوافز بالنسبة للعاملين فى المجالات الصناعية .

٥ — مشاكل الإنتاج الصناعى ومواصفاته وأسواقه وأسعاره .

٦ — مشاكل تمويل التنمية الصناعية من الموارد المالية المحلية ومن الموارد الخارجية والعمل على الربط بين الدراسات الاقتصادية للمشرعات الصناعية وبين مصادر ومراحل تمويلها .

٧ — مشاكل النهوض بالبحوث الصناعية والتنظيم الصناعى وتعبئة الموارد العربية المتاحة لبحثها وإيجاد الحلول لها .

٨ — مشاكل الدول العربية فى علاقاتها بالدول الصناعية فيما يتعلق بالحصول على براءات الإختراع وترخيص إنتاج السلع الصناعية والحصول على الخبرات وخدمات المشورة وتبادل الرأى بشأن مصاعب بعض الصناعات القائمة وفى مجالات تنمية صناعات أخرى تتوافر لها الموارد الطبيعية والمواد الخام المحلية .

التنسيق الصناعى بين البلاد العربية :

إن الجهود الحثيثة نحو التنمية الصناعية فى البلاد العربية تحتاج إلى كثير من التنسيق والتعاون . ويتضح أساساً أهمية التنسيق والتعاون فى ندرة الموارد الفنية والمتخصصين فى الدول العربية وإلى عدم اتساع كل منها على حدة للانتاج الصناعى على النطاق الكبير والإستفادة بميزاته .

وهناك حاجة ماسة إلى تضافر الجهود المتفرقة فى أعمال التخطيط والتصميم والتنفيذ فى مجال البرامج الصناعية ومشروعاتها فى البلاد العربية .

كما أن هناك حاجة إلى الإفادة بالموارد المحلية البشرية والمالية على نطاق متسع . وكذلك هناك حاجة ماسة إلى تبادل الخبرات والمعلومات عن التنمية الراهنة وبرامجها للتنسيق بينها تدعيما للتعاون .

وتحتاج الدول العربية إلى القيام بأبحاث مشتركة عن مشاكل الصناعة القائمة وإمكانيات المستقبل سواء فى ذلك الدراسات والبحوث الفنية والإقتصادية والتمويلية الضرورية لتدعيم الصناعة وتخطيطها وإلى تضافر الجهود لإنشاء مراكز للبحوث وقيام الموجود منها بخدمة الدول العربية .

وهناك تعدد فى المقترحات الخاصة بإنشاء صناعات بعينها فى كثير من الدول العربية يمكن التنسيق بينها عن طريق إنشاء مشروعات مشتركة تتعاون أكثر من دولة فى إقامتها . ومن أمثلة هذه الصناعات المتماثلة صناعة الكيماويات الأساسية والبتروكيماوية والحديد والصلب وصناعات وسائل النقل وتصنيع الثروة السمكية .

وبالرغم من أهمية التنسيق فان السياسات الصناعية للدول العربية يتم وضعها دون — الالتفات الكافى للموارد والإمكانيات الصناعية المتاحة فى الدول العربية الأخرى .

وبرغم ما قد يثار من قيام بعض أوجه الاختلاف بين الدول العربيــة من حيث مناهجها الإقتصادية والاجتماعية والسياسية والتفاوت بينها من حيث مراحل التنمية فقد يكون من الخير قيام نوع من التنسيق فى التنمية الصناعية بينها وذلك للأسباب التالية : ـــ

١ ــ أن التباين القائم بين الدول العربية من حيث عدد العمال ورؤوس الأموال والإمكانيات والموارد الطبيعية يتيح لهذه الدول أن تـكمل بعضها البعض عن طريق التنسيق بينها بحيث يمكن قيام نهضة صناعية متـكاملة فيما بينها .

٢ ــ أن من أهم مقومات النجاح للصناعات الـكبيرة توفر السوق الذى يستوعب قدراً مناسباً من إنتاجها وهذا يفرض علينا أن نحـدد الهدف من التخطيط للمشروعات الصناعية الـكبيرة فى البلاد العربية بحيث تخدم السوق العربية ولا تقتصر على السوق المحلية للبلد الذى سيقام فيه المشروع .

٣ ــ والتنسيق بين الدول العربية فى التنمية الصناعية يؤدى إلى تقسيم العمل بينها ، إذ هو يستند إلى حجم ونوع الإمكانيات الطبيعية والبشرية بحيث يستطيــع كل بلد عربى أن يقدم للوطن العربى فى مجموعه خير ما يستطيع أن يقدمه ، سواء من حيث جودة الإنتاج أو تـكلفة الإنتاج فضلا عن القدوة على المنافسة فى الأسواق الخارجية .

٤ ــ كما أن إنعدام مثل هذا التنسيق قد لا يتيح الفرصة الـكاملة أمام الأقطار العربية الشقيقة التى تتوفر لديها بعض مقومات التنمية ولا يتوافر البعض الآخر . فى حين أنه لو تم تنسيق بينها فى المجال الصناعى لتوفرت لديها الإمكانيات لقيام نهضة صناعية كبرى على مستوى الوطن العربى .

٥ ــ وأنه لما يبرر قيام تنسيق صناعى بين البلاد العربية ، وجود نوع من الترابط والتـكامل بين الصناعات فى بعض هذه البلاد بحيث أن منتجات بعض الصناعات فى بلد عربى تصلح كمستلزمات للصناعة فى البلاد العربية الأخرى مما يدعم الصناعة ويقوى الاقتصاد العربى فى مجموعه .

٦ ــ وهذا التنسيق الصناعى المرجو بين البلاد العربية لابد وأن يؤدى إلى ازدهار الصـــناعة وازدياد الدخول القومية للبلاد العربية ويؤدى بالتالى إلى ارتفاع مستوى معيشة العرب جميعاً بخطى أسرع ومعدلات أكبر .

٧ ــ كما ان مثل هذا التنسيق سوف يتيح الفرصة لازدياد التبادل التجارى بين البلاد العربية . فضلا عن تيسير وسائل النقل والمواصلات التى تخدم النمو الصناعى ممـا يؤدى إلى زيادة أواصر الاخوة بين البلاد العربية .

٨ ــ إن التنسيق الصناعى بين البلاد العربية كفيل بأن يقضى على أسباب الاعتلال فى الاقتصاديات العربية بحيث لا يحدث اختناق أو إسراف فى إنتاج سلعة معينة وهكـذا لا تتبدد الموارد العربية فيما لا طائل من ورائه فى الوقت الذى يمـكن توجيهها توجيهاً يحقق أعظم المنفعة للاقتصاد العربى .

٩ ــ وأخيراً وليس آخراً فان التنسيق الصناعى يؤمن احتياجات البلاد العربية فى وقت الحروب وانقطاع وعدم انتظام علاقاتها التجارية بالبلاد الأجنبية .

وبطبيعة الحال فان المقصود بالتنسيق الصناعى إنما ينصب على المشروعات الضخمة التى لا يكفى الطلب المحلى فى البلد العربى الواحد لاستيعاب منتجاتها كما ينصب على المشروعات الـكبرى التى تـكون إقامتها فى بلد عربى معين مجزى بشكل أفضل من الناحية الاقتصادية والتسويقية .

خاتمة

لقد أصبح التكامل الصناعي بين الدول العربية ضرورة تحتمها الرغبة في سرعة التنمية الصناعية . ولعل أبلغ دليل على ذلك أن مؤتمر التنمية الصناعية للدول العربية والمنعقد بالكويت عام ١٩٦٦ قد أصدر ٦٥ قراراً يهتم ١٨ منها بموضوع التكامل والتعاون والتنسيق الصناعي بين البلاد العربية حسب الخطوات التنفيذية التالية :

١ — مراعاة التنسيق والتكامل بين البلاد العربية عند إقامة الصناعات المعدنية والهندسية وصناعات مواد البناء .

٢ — دراسة إمكانية قيام مشاريع هندسية تنتج أجزاؤها المتكاملة في دول عربية مختلفة .

٣ — تبادل الخبرات الفنية والمعلومات والاستشارات فيما يتعلق بصناعة مواد البناء وصناعة الغزل والنسيج .

٤ — تسهيل إجراءات تبادل المصنوعات الغذائية بين البلاد العربية .

٥ — عمل دراسات اقتصادية لمقارنة إنتاجية المحاصيل الزراعية لكل محصول على جدة في البلاد العربية بهدف إيجاد تكامل صناعي في الصناعات الغذائية والصناعات الزراعية والثروة المائية .

٦ — تنسيق صناعة الأسمدة بين البلاد العربية على أساس من التخصص المهني على قواعد اقتصادية .

٧ — تبحث الدول العربية القادرة على إقامة صناعة أسمدة كماوية في احتمال الاستفادة من مصدر النشادر في الدول العربية المنتجة للغاز الطبيعي بكميات كبيرة .

٨ — قيام الدول العربية بمعاونة الاردن في استخراج البوتاس من البحر الميت .

٩ — دراسة تكامل إنتاج وتسويق الاسمدة الكماوية في البلاد العربية .

١٠ — تسهيل تبادل الكماويات البترولية والنصف مصنعة والأدوية بين البلاد العربية .

١١ — التعاون بين البلاد العربية في مجال تدريب المهندسين والفنيين في المصانع الموجودة ومراكز تصفية البترول .

١٢ — تبادل المعلومات والاحصاءات والأبحاث الصناعية فيما بين الدول العربية .

١٣ — تعاون الدول العربية مع بعضها البعض للتغلب على ما قد يعترضها من نقص في القوى العاملة المتدربة أو نقص بعض الخبرات والتخصصات .

١٤ — تبادل الطلاب والأساتذة بين معاهد التدريب العربية .

١٥ — زيادة وتدعيم التعاون بين مراكز البحوث الصناعية في البلاد العربية وتنسيق تبادل المعلومات والإخصائيين .

١٦ — التعاون في مجالات التوحيد القياسي بين الدول العربية .

١٧ — إنشاء مركز للتنمية الصناعية بالدول العربية للتنسيق الصناعي بينها وتقديم الاستشارات والمعونات الفنية .

١٨ — إقامة ندوات للعاملين في صناعات معينة بغرض تشجيع التنسيق والتعاون بينها .

مشكلة زحف مياه البحر على خزانات المياه الجوفية بحوض دلتا نهر النيل

ومدى تأثيرها على مشروعات استصلاح الأراضى المستقبلة وأفضل الطرق العلمية الحديثة لعلاجها .

للباحث الهيدروجيولوجى اسماعيل محمود الرملى
أخصائى المياه الجوفية — معهد الصحراء
المجلس الأعلى للبحث العلمى

مقدمة

تعتبر مشكلة زحف مياه البحر المالحة على خزانات المياه الجوفية العذبة بشمال ووسط دلتا نهر النيل من المشاكل الكبيرة فى الجمهورية العربية المتحدة .

ولقد اهتممت فى السنوات الأخيرة بدراسة هذه المشكلة من النواحى الهيدرولوجية والجيولوجية والتحاليل الكيمائية لمياه الخزانات الجوفية المختلفة فى أنحاء الدلتا المختلفة وعلى طول ساحل البحر الأبيض المتوسط للجمهورية العربية المتحدة (شكل ١) وذلك لتحديد المناطق التى تأثرت بزحف مياه البحر المالحة على خزانات المياه الجوفية العذبة فيها .

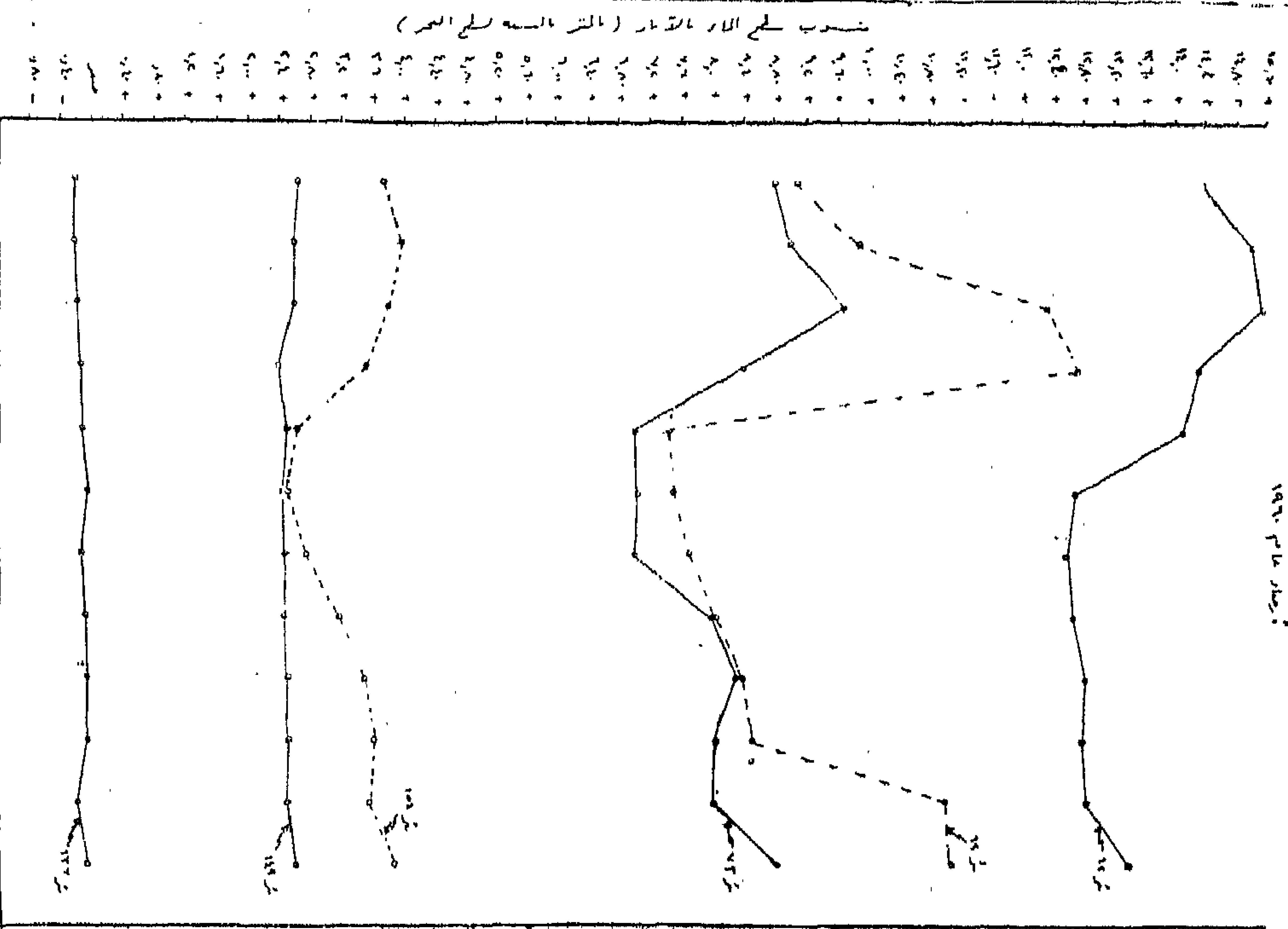
ومما استرعى انتباهى لخطورة الموقف بالنسبة لمشروعات استصلاح الأراضى بمناطق شرق وغرب الدلتا (مشروع الصالحية ١٢٠،٠٠٠ فدان ومشروع مريوط ٢٠٠،٠٠٠ فدان ومشروع شرق القناة ٢٠،٠٠٠ فدان وغيرها من مشروعات الاستصلاح الجارية الآن مثل مشروع تعمير الأراضى الصحراوية بوادى النطرون ومشروعات مديرية التحرير والحزام المتاخم للطريق الصحراوى مصر — اسكندرية الواقع ما بين مديرية التحرير ومنخفض وادى النطرون بالإضافة إلى مشروعات الاستصلاح بمناطق شمال الدلتا والتى سوف تنفذ بعد إتمام السد العالى والاستفادة بمياه الفيضان المحجوزة أمامه فى تنفيذ هذه المشروعات الضخمة) أنه بعد تنفيذ مشروع السد العالى والتحكم فى مياه الفيضان التى كانت تفقد من قبل إلى البحر والتى كان لها أثر كبير خلال فترة الفيضان وما بعدها على زيادة محصول الكميات المختزنة من المياه فى خزانات المياه الجوفية بحوض دلتا نهر النيل (شكل ٢) ، فان خزانات المياه الجوفية سوف يحتمل تأثرها بعد اتمام مشروع السد العالى وحجز الإيراد السنوى كله من مياه فيضان النيل والتى لها دخل كبير فى إيراد هذه الخزانات الجوفية من مياه الفيضان .

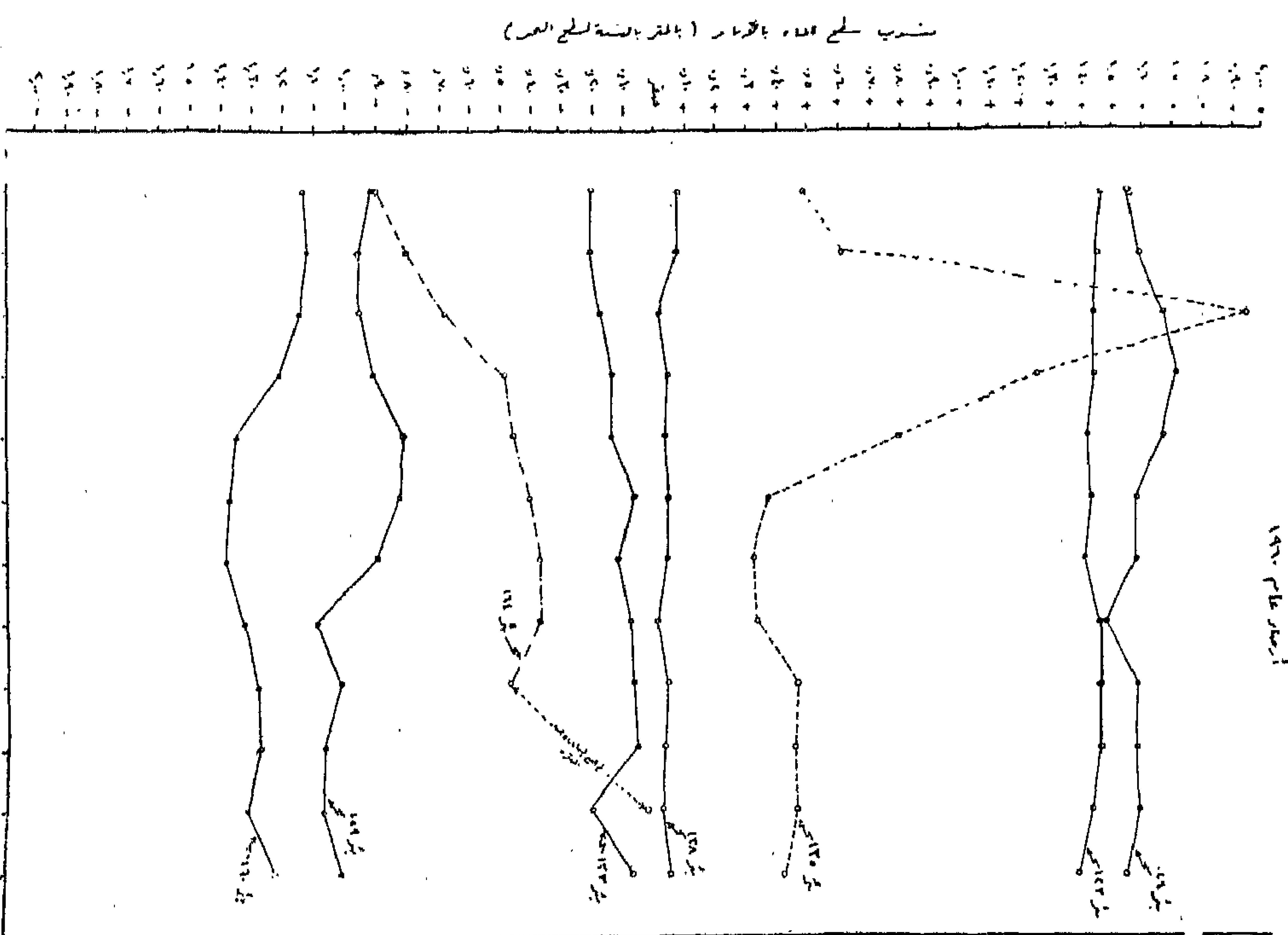
كما أن المشروع العظيم الذى تقدم به السيد المهندس عبد الخالق الشناوى وزير الرى والمقترح تنفيذه على بحيرة البرلس قد شجعنى على إبراز مشكلة زحف مياه البحر المالحة على خزانات المياه الجوفية بحوض دلتا نهر النيل لما سوف

يكون لمشروع بحيرة البرلس واستصلاح الأراضى حولها وتحويلها من مستنقعات إلى أراضى صالحة للزراعة كخطوة أولى يمكن تطبيقها فيما بعد على بقية البحيرات بشمال الدلتا (المنزلة — أدكو — مريوط) وكذلك البحيرات التى تحيط بقناة السويس (بحيرة التمساح — البحيرات المرة الصغرى والكبرى) والفوائد الضخمة التى ستعود على الجمهورية العربية المتحدة مستقبلا وزيادة الرقعة الزراعية فيها كمرحلة أولى بالإضافة إلى ما سوف يتحقق نتيجة تنفيذ مثل هذه المشروعات من التحكم ومنع زحف مياه البحر المالحة إلى خزانات المياه الجوفية بحوض دلتا نهر النيل .

وإننى بابراز هذه المشكلة (زحف مياه البحر المالحة) ومدى تقديرى لموقف ازدياد ملوحة المياه المختزنة بكميات هائلة فى حوض دلتا نهر النيل والمحتمل حدوثه فى مناطق شمال ووسط الدلتا نتيجة لقلة إيراد المختزن من المياه الجوفية وزيادة السحب من الخزان الجوفى مستقبلا وبعد إتمام تنفيذ مشروع السد العالى بالإضافة إلى ما استخلصته من دراسة المشكلة (زحف المياه المالحة إلى الخزان الجوفى) وتحليلها من النواحى الهيدرولوجية والجيولوجية والكيمائية والتى يشملها هذا البحث فاننى أرجو من المسئولين بوزارة الرى من تسليط الضوء والإهتمام بدراسة هذه المشكلة واعتبارها من المشاكل الهامة والواجب الإسراع من الآن فى دراستها قبل أن نواجه بها أثناء تنفيذ المشروعات المستقبلة والتى سبق أن نوهت عنها من قبل .

وأن المقترحات والتوصيات التى أوردتها فى نهاية هذا البحث الأثر الكبير فى إيجاد الحلول السريعة للتغلب على هذه المشكلة والتى يجب أن أنوه حالياً أنه بعد الإسراع فى القيام بالدراسات التفصيلية فى حوض دلتا نهر النيل والتى تستلزم التعرف على الموقف الحقيقى لهذه المشكلة (الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية وتحليل المياه السطحية والجوفية فى مناطق الدلتا المختلفة) يمكننا فيما بعد اختيار أنسب الحلول المقدمة فى هذا البحث والتى ستكون نتائجها سريعة وكذلك إقتصادية فى تكاليفها .





وتعتبر هذه الدراسة المقدمة، الأولى من نوعها بالجمهورية العربية المتحدة وعلى مستوى إقليمى نتيجة للخبرات والمعلومات العلمية الدقيقة التى قام الباحث بتجميعها ودراستها وتحليلها والإستفادة من خبرات دول العالم المتقدمة فى حل مثل هذه المشكلات فى السنوات الأخيرة .

* * *

محتويات البحث :

ويشمل هذا البحث على النواحى الآتية :

أولا — طبيعة تداخل مياه البحر فى الطبقات الحاملة للمياه الجوفية والعلاقة بين المياه العذبة والميـاه المالحة حسب قاعدة جايبن — هرزبرج والشكل الذى توجد عليه مياه البحر عند تداخلها فى خزانات الميـاه الجوفية العذبة بالإضافة إلى الوضع الجيولوجى والهيدرولوجى لخزانات المياة الجوفية المنتشرة على ساحل البحر والتى يمكن أن تزحف إليها مياه البحر المالحة .

ثانياً — الوضع الحالى لزحف مياه البحر على مناطق شمال ووسط الدلتا . ويتضمن كيفية تداخل مياه البحر فى خزانات المياه الجوفية بشمال دلتا نهر النيل ويفسر فى هذا الجزء كذلك احتمال أسباب زيادة ملوحة الميـــاه فى هذه الخزانات الجوفية بعوامل أخرى خلاف زحف مياه البحر المالحة عليها . كما يشتمل على المناطق التى تعرضت لزيادة الملوحة فى السهل الساحلى الشمالى لحوض دلتا نهر النيل .

ثالثاً — طرق التحكم فى زحف مياه البحر وتتضمن خمس طرق يمكن بها التحكم فى وضع هذا التداخل .

رابعاً — شرح مختصر للدراسات التجريبية على مشكلة زحف مياه البحر . وتشمل دراسات على آبار ضغط المياه العذبة فى خزانات المياه الجوفية ، عمليات التوزيع السطحى للمياه ، الحواجز التحت سطحية ، بالإضافة إلى الطرق التكنولوجية الأخرى الممكن الإستفادة منها فى منع والتحكم فى تداخل مياه البحر إلى هذه الخزانات الجوفية .

خامساً — النواحى الإقتصادية فى المشروع .

سادساً — الدراسات التخطيطية التى تساعد فى منع والتحكم فى زحف مياه البحر المالحة .

سابعاً — النتائج والتوصيات المستخلصة تبعاً لدراسة هذه المشكلة .

منطقة البحث والهدف من الدراسة :

يشتمل هذا البحث على دراســة مشكلة زيادة الملوحة فى خزانات المياه الجوفية فى شمال ووسط دلتا نهر النيل وكذلك منطقة البحيرات المحيطة بقناة السويس ومنطقة البحيرات المنتشرة فى منخفض وادى النطرون .

وحيث أن البحيرات المنتشرة فى شمال حوض الدلتا وكذلك شرقها فى منطقة قنال السويس وغربها فى منطقة منخفض وادى النطرون تغطى مساحات كبيرة من حوض دلتا نهر النيل فان لها أثر مباشر وكبير فى تداخل المياه المالحة إلى خزانات المياه الجوفية فى هذه المنطقة بالإضافة إلى زحف مياه البحر كذلك إلى هذه الخزانات .

ولزيادة فى الإيضاح يجب أن نشير إلى المساحات التى تشغلها هذه البحيرات فى حوض دلتا نهر النيل والتى لها أثر فعال فى زيادة نسبة ملوحة المياه الجوفية فى الطبقات الرسوبية المحيطة بها بالإضافة إلى مياه البحر المالحة كمصدر أساسى مباشر لهذه الملوحة ومساحات البحيرات بيانها كالآتى : —

١ — بحيرة المنزلة	١٣٠٣	كيلو متر مربع
٢ — بحيرة البرلس	٥٦١	« « «
٣ — بحيرة أدكو	١٦٥	« « «
٤ — بحيرة مريوط	١٦٣	« « «
٥ — بحيرة التمساح	١٢	« « «

٦ — البحيرات المرة (الصغرى والكبرى) ٤٤ + ١٨٢ = ٢٢٦ كيلو متر مربع .

٧ — بحيرات منخفض وادى النطرون حوالى ١٥ كيلومتر مربع .

ونظراً لأهمية المياه الجوفية كمصدر أساسى ثان للمشروعات الحالية والمستقبلة والتى تضمنتهـــا الخطة الخمسية الأولى والخطة الثانية والتى تتطلبها الجمهورية العربية المتحدة لمواجهة مشكلة الزيادة فى السكان ومحاولة التغلب عليها بمشروعات التوسع الزراعى والصناعى التى يجرى تنفيذها فى الوقت الحالى وما تحتاج إليه هـذه المشروعات من مصادر المياه السطحية أو الجوفية .

ولهذا أود أن أشير إلى صلاحية أنواع المياه سواء السطحية منها أو الجوفية للأغراض المختلفة سواء لمياه الشرب، أو النواحى الزراعية المختلفة أو عمليات التصنيع التى تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه . وهناك حدود يجب عدم تعديتها عند استخدام المياه فى هذه الأغراض حسب معدلات قامت بوضعها الهيئات الدولية المختصـــة . والجداول الآتية توضح ذلك .

جدول رقم (١)

حدود تركيز الأملاح المختلفة لمياه الشرب

بعض العناصر المكونة للمياه	الحدود المفروضة (بالجرام فى اللتر)
الفلوريد	٠,٠٠١٠
الرصاص	٠,٠٠٠١
السيلينيوم	٠,٠٠٠٠٥
الكروم	٠,٠٠٠٠٥
الزرنيخ	٠,٠٠٠٠٥
الحديد	٠,٠٠٠٣
الماغنسيوم	٠,١٢٥
الكلوريد	٠,٢٥٠
الكبريتات	٠,٢٥٠
النحاس	٠,٠٠٣
الزنك	٠,٠١٥
مركبات الفينول	٠,٠٠٠٠٠١
الأملاح الكلية :	
المرغوبة	٠,٥٠
المسموح بها	١,٠٠

جدول رقم (٣)

تقسيم لأنواع مياه الرى للزراعة

الخواص الكيميائية	القسم الأول: صالحة لمعظم النباتات تحت جميع الظروف المناخية والتربة الزراعية	القسم الثانى: احتمال خطورتها بالنسبة لبعض المحاصيل تحت بعض الظروف	القسم الثالث: خطيرة لمعظم المحاصيل وغير مرضية لجميع المحاصيل وأكثرها ضرراً عليها
الأملاح الكلية الذائبة :			
بالجرام فى اللتر	أقل من ٠,٧	٠,٧ — ٢,٠٠	أكثر من ٢,٠٠
التوصل الكهربائى	أقل من ١,٠٠	١,٠٠ — ٣,٠٠	أكثر من ٣,٠٠
تركيز أيون الكلوريد :			
بالمليمكافىء فى اللتر	أقل من ٥,٠٠	٥,٠٠ — ١٠,٠٠	أكثر من ١٠,٠٠
بالجرام فى اللتر	أقل من ٠,١٧٥	٠,١٧٥ — ٠,٣٥٠	أكثر من ٠,٣٥٠
النسبة المئوية لعنصر الصوديوم فى :			
المكونات القاعدية	أقل من ٦٠	٦٠ — ٧٥	أكثر من ٧٥
البورن (بالجرام فى اللتر)	٠,٠٠٠٥	٠,٠٠٠٥ — ٠,٠٠٢	أكثر من ٠,٠٠٢

جدول رقم (٣)

أنواع المياه والحدود المسموح بها لاستخدامها فى بعض الصناعات (بالجرام فى اللتر)

استخدامها	درجة العكارة	درجة اللون	العسر كربونات الكالسيوم	الحديد	المنجنيز	الأملاح الكلية	القلوية (كربونات الكالسيوم)	الرائحة والطعم	كبريتور الأيدروجين	متطلبات أخرى: الصحة العامة	متطلبات أخرى: نواحى أخرى
عمليات تكييف الهواء	—	—	—	٠,٠٠٠٥	٠,٠٠٠٥	—	—	منخفضة	٠,٠٠١		لا يتسبب فى تآكل المواسير
صناعة الخبز	٠,٠١٠	٠,٠١٠	—	٠,٠٠٠٢	٠,٠٠٠٢	—	—	»	٠,٠٠٠٢	مسموح بها	—
صناعة البيرة	٠,٠١٠	—	—	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٥	٠,٠٧٥	»	٠,٠٠٠٢	»	كلوريد الصوديوم أقل من ٠,١٧٥
تعبئة الأغذية	٠,٠١٠	—	٠,٠٢٥-٠,٠٧٢	٠,٠٠٠٢	—	—	—	»	٠,٠٠٠١	»	اللون العضوى والأكسيجين أقل من ٠,٠١
المياه الغازية	٠,٠٠٢	٠,٠١٠	٠,٢٥٠	٠,٠٠٠٢	٠,٠٠٠٢	٠,٨٥٠	٠,٠٥—٠,١	»	٠,٠٠٠٢	»	» »
عمليات التبريد	٠,٠٥	—	٠,٠٥	٠,٠٠٠٥	٠,٠٠٠٥	—	—	»	٠,٠٠٥	»	لا يتسبب فى تآكل المواسير
عمليات صناعة الثلج	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥	٠,٠٥	٠,٠٠٠٢	٠,٠٠٠٢	—	—	»	—	—	—
صناعة البلاستيك	٠,٠٠٢	٠,٠٠٢	—	٠,٠٠٠٠٢	٠,٠٠٠٠٢	٠,٢	—	»	—	—	—
صناعة الورق الكرافت	٠,٠٢٥	٠,٠١٥	٠,١٠٠	٠,٠٠٠٢	٠,٠٠٠١	٠,٣	—	»	—	—	—
صناعة الورق الأبيض	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥	٠,٠٥	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٠٥	٠,٢	—	»	—	—	—
صناعة الريون والحرير الصناعى	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥	٠,٠٠٨	٠,٠٠٠٠٥	٠,٠٠٠٠٣	٠,١	٠,٠٥	»	—	—	أكسيد الألومنيوم أقل من ٠,٠٠٠٨ والسيليكون أقل من ٠,٠٢٥
صناعة الأقمشة	٠,٠٠٥	٠,٠٢	—	٠,٠٠٠٢٥	٠,٠٠٠٢٥	—	—	»	—	—	—
الصباغة	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥-٠,٠٢	—	٠,٠٠٠٢٥	٠,٠٠٠٢٥	٠,٢٠	—	»	—	—	تركيب ثابت
الأربطة القطنية	٠,٠٠٥	٠,٠٠٥	—	٠,٠٠٠٢	٠,٠٠٠٢	—	—	»	—	—	—

أولا — طبيعة تداخل مياه البحر المالحة الى الطبقات الحاملة للمياه

يتحكم فى زحف مياه البحر المالحة على الطبقات الحاملة للمياه العذبة قوانين طبيعية يتضح من الناحية النظرية أنها بسيطة ولكن فى الواقع هناك صعوبات أثناء تطبيقها وذلك نظراً للأشكال المعقدة لأحواض المياه الجوفية وتوزيعها فى الطبيعة .

أما من الناحية العملية فإنه لإتمام حدوث هذا التداخل يستلزم الأمر وجود حالتين أساسيتين — الأولى أن يكون هناك اتصال هيدروليكى بين الصخور المكونة لأحواض المياه الجوفية العذبة وبالتالى مياه البحر ، والثانية أن يكون وضع المستوى المائى للمياه الجوفية والمتجهة طبيعياً ناحية البحر فى وضع عكسى أى فى اتجاه البر أو على الأقل أن يكون هذا المستوى المائى فى وضع منبسط وبدون ميل ناحية البحر وفى هذه الحالة يمكن لمياه البحر أن تزحف على الخزان الجوفى كما هو ملاحظ فى الملاحات المنتشرة على هيئة مستنقعات فى مناطق شمال الدلتا ، ومناطق البحيرات المنتشرة فى حوض دلتا نهر النيل .

ولتوضيح هذه الظاهرة يقتضى الأمر شرح الظروف الجيولوجية والهيدرولوجية ومعرفة دقيقة لنوع المياه الجوفية المختزنة فى الطبقات الرسوبية الحاملة لها فى دلتا نهر النيل .

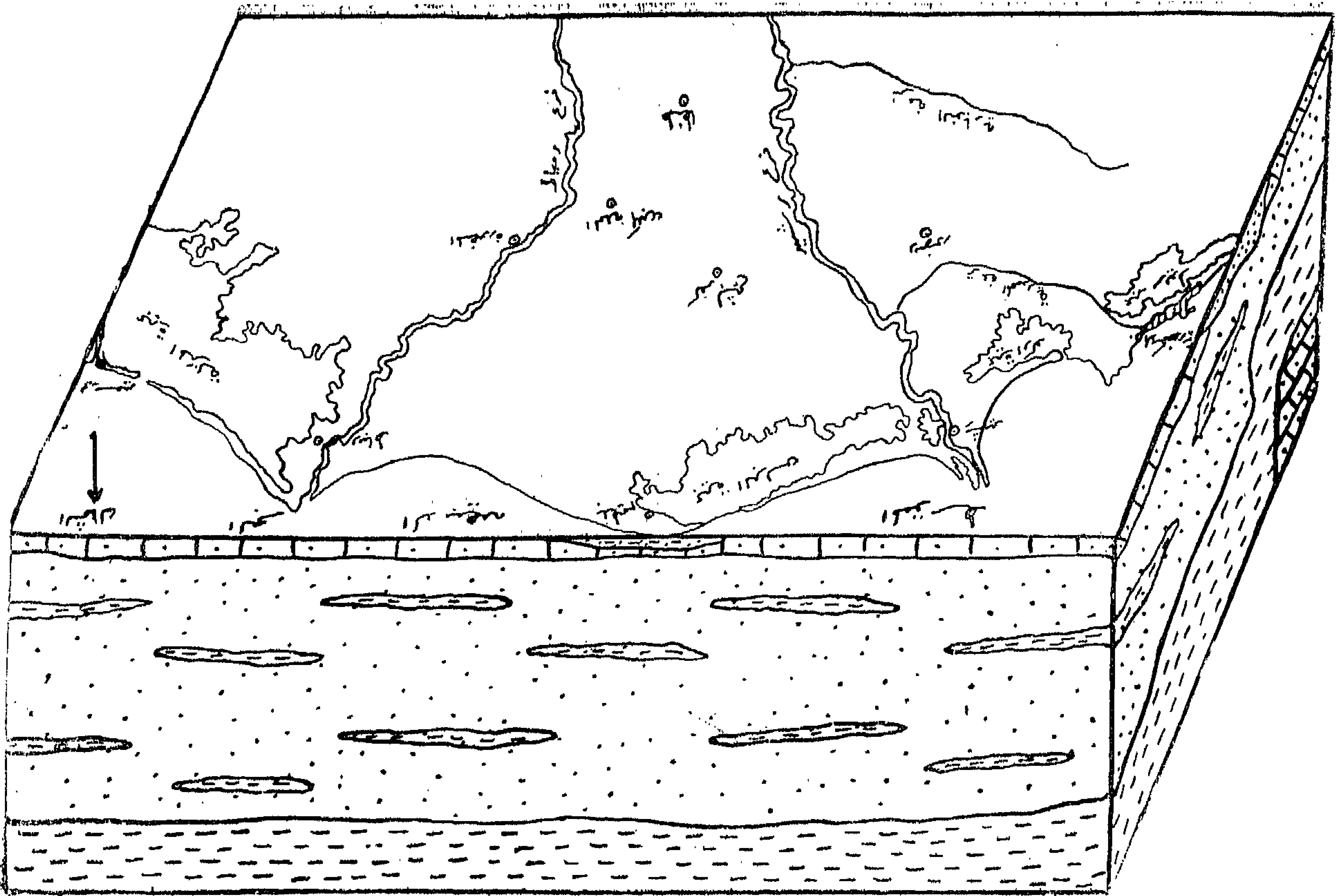
لذلك أود أن أوضح فيما يلى هذه الظروف المختلفة :

الوضع الجيولوجى لدلتا نهر النيل

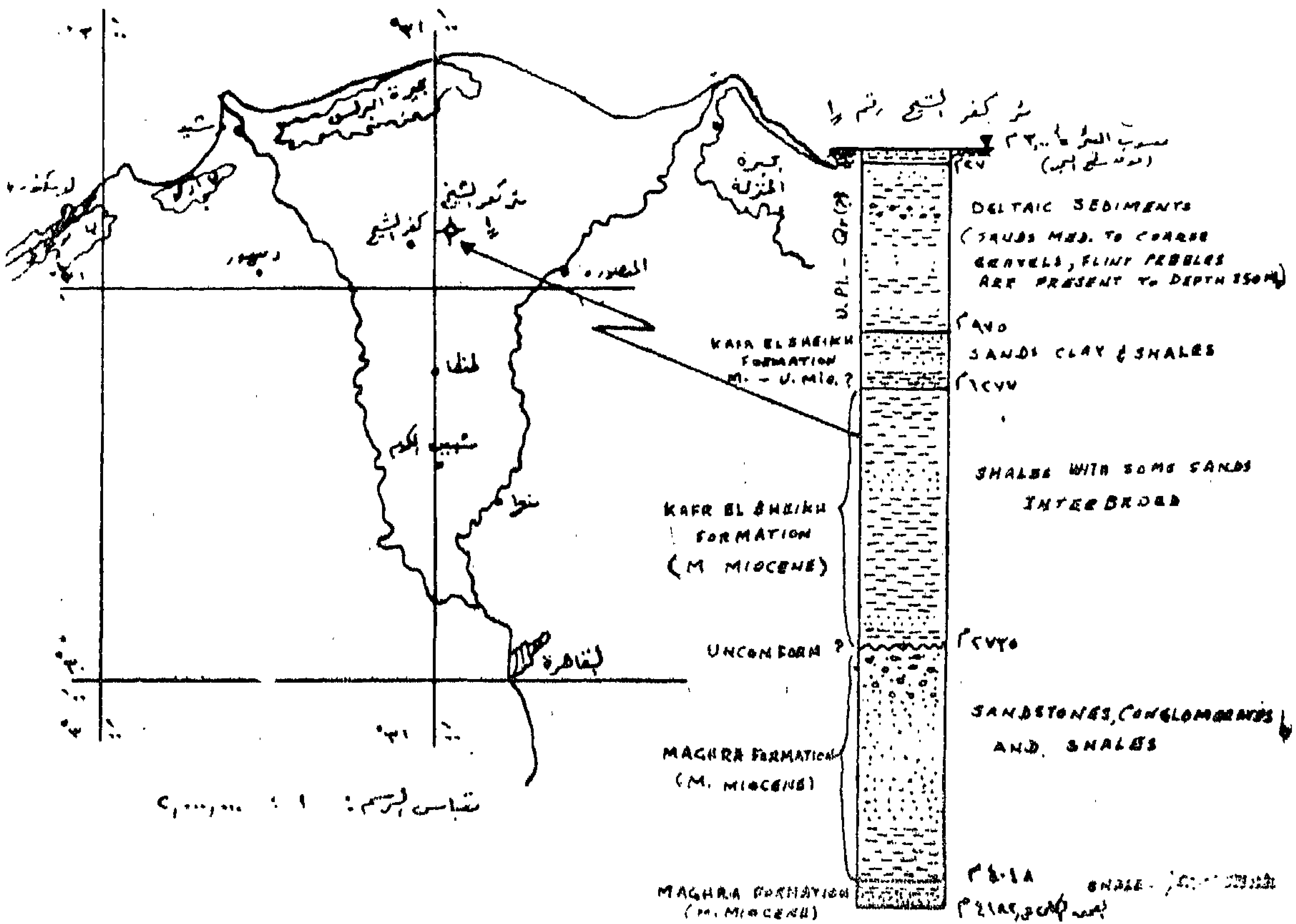
لقد أضافت الدراسات والبحوث التى قامت بها الهيئات الحكومية وشركات البترول فى دلتا نهر النيل الكثير إلى معلوماتنا عن كيفية تكوين دلتا نهر النيل فى العصور الجيولوجية المتعاقبة .

وتتكون دلتا نهر النيل من طبقات سميكة جداً من الصخور الرسوبية الدلتائية تتخللها وعلى الأخص فى الجزء الجنوبى منها طبقات من الصخور البركانية والتى يظهر منها معرضاً على سطح الأرض على الحافة الجنوبية للدلتا نتيجة للانكسارات التى حدثت فى هذه الصخور الرسوبية القديمة وأتاحت لها الفرصة للظهور على سطح الأرض على هيئة طبقات من البازلت على حافتى دلتا نهر النيل الجنوبية من الناحية الشرقية والغربية .

وتحتوى الطبقات الرسوبية السميكة (شكل رقم ٣) على رواسب دلتائية تتكون من طبقات من الرمل المتماسك والغير متماسك والتى تختلف أحجامه من حبيبات رفيعة إلى حبيبات غليظة تصل إلى حجم الزلط فى بعض الأحيان . وتوجد هذه الطبقات الرملية متبادلة مع طبقات من الطمى والطين يختلف سمكها وأبعادها من منطقة إلى أخرى تمتد إلى مسافات كبيرة بينما فى بعض الأحيان تصل إلى حجم عدسات صغيرة تختلف أبعادها من منطقة إلى أخرى كما يتضح ذلك من دراسة القطاعات الجيولوجية التى تم عملها من واقع بيانات الآبار الكثيرة فى مناطق كثيرة بدلتا نهر النيل . كما أنه لوحظ وجود بعض الطبقات من الرواسب البحرية فى المناطق الشمالية من دلتا نهر النيل متبادلة مع طبقات الرمل والطمى والطين وعلى أعماق بسيطة . وتمتد هذه الرواسب الدلتائية إلى عدة مئات من الأمتار تحت سطح البحر الأبيض فى اتجاه شمالى لساحل البحر مكونة بذلك جزء كبير من الرواسب التى يتكون منها الرف القارى Continental shelf فى المياه الإقليمية للبحر الأبيض المتوسط والتابعة للجمهورية العربية المتحدة ، شمال دلتا نهر النيل . كما أنها تمتد



شكل رقم ٣ - شكل مجسم لمنطقة شمال ووسط دلتا نهر النيل



لوحة رقم ٣ (أ) توضيح وصفى ليثولوجى لقطاع بئر كفر الشيخ رقم ١ بشمال الدلتا

تحت قاع البحيرات المنتشرة شمال الدلتا وبحيرات منطقة قنال السويس ومنخفض وادى النطرون من الناحية الشرقية والغربية على التوالى .

بالإضافة إلى خزانات وأحواض المياه الجوفية السميكة والتى تحتويها الطبقات الرسوبية فى حوض دلتا نهر النيل العظيم فانه يعلوها تجمعات من الكثبان الرملية المنتشرة على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط والتى يفصلها عن بعضها وجود البحيرات المنتشرة على طول الساحل بشمال الدلتا . وبالرغم من قلة الإمكانيات المائية المختزنة بهذه الكثبان الرملية بمحازاة ساحل البحر إلا أن أهالى المناطق الساحلية شمال دلتا نهر النيل يعتمدون عليها فى نشاطهم الزراعى وعلى نطاق ضئيل كما أنها مصدر رئيسى لهم يعتمد عليه لإمدادهم بمياه الشرب .

ويتضح من الدراسات الجيولوجية لأحواض المياه الجوفية المتواجدة بشمال دلتا نهر النيل أن الطبقات الحاملة للمياه والممتدة على طول ساحل البحر وساحل البحيرات (المنزلة — إدكو — مريوط) يوجد احتمالات كثيرة لاتصالها بالتالى بالطبقات الرسوبية الممتدة تحت قاع البحر أو تحت البحيرات وكذلك على طول شواطئها . وتوجد هذه الطبقات الحاملة للمياه على شكل طبقات محكمة تعلوها كما توجد بأسفلها طبقات من الطمى والطين مما يجعلها تحت ضغط معين ويمكن اتصالها بمياه البحر المالحة على مسافة بعيدة من الشاطىء أو قريبة منه ويعتمد ذلك على شكلها وتكوينها . وتظهر ظاهرة الاتصال بمياه البحر جلياً فى الأخاديد العميقة sea canyons والتى تنتشر تحت قاع البحر وتأخذ مكانها على الرف القارى Continental shelf الذى يمتد لمسافة من الشاطىء إلى داخل البحر مما يتسبب عنه ذلك فى تعريض الطبقات الحاملة للمياه الجوفية العذبة للاتصال المباشر بمياه البحر .

الظواهر الهيدرولوجية لدلتا النيل

يحدث عادة زحف مياه البحر عندما يفوق ضغط مياه البحر على المياه الجوفية العذبة فى الخزانات المنتشرة عادة على طول ساحل البحر . وهذه الحالة تحدث نتيجة لانخفاض مستوى

المياه الجوفية إلى أو مستوى أقل من منسوب سطح البحر للزيادة المطردة فى عمليات الضخ من خزانات المياه الجوفية بواسطة الآبار . وعندما يكون المستوى المائى للحوض الجوفى الممتد على طول ساحل البحر مائلا ناحية البحر فإن المياه الجوفية تنحدر ناحية البحر وبالعكس إذا كان الميل تجاه البر فإن مياه البحر تتحرك فى اتجاه البر أى فى اتجاه خزانات المياه الجوفية العذبة . ويلاحظ أنه عندما تكون درجة اتجاه ميل المياه العذبة ناحية البحر صغيرة للغاية فإن الحالتين توجدان فى وقت واحد .

ومن خبراتنا فى ذلك المجال بأنحاء حوض دلتا نهر النيل فقد أمكن توضيح المستوى الهيدروليكى للمياه الجوفية فى الخزان الجوفى وذلك من القياسات الدورية لمناسيب المياه الجوفية فى آبار الرصد والتى توجد بكثرة فى جميع مناطق الدلتا .

وبالرجوع إلى شكل رقم ٤ يتضح منه اختلاف المستوى الهيدروليكى فى مناطق شمال الدلتا الساحلية ومدى تأثيره على تكوين مخروط المياه المالحة التى تزحف من البحر خلال طبقات المياه الجوفية العذبة . ففى الحالة الأولى والتى فيها يلاحظ انحدار المستوى الهيدروليكى ناحية البحر وبذلك يشغل مخروط المياه المالحة حيزاً ضئيلا فى طبقة المياه الجوفية العذبة المائلة ناحية البحر أما فى الحالة الثانية وهى الوضع العكسى للحالة الأولى أى المستوى الهيدروليكى ينحدر ناحية البر فيلاحظ فيها ازدياد حجم مخروط المياه المالحة وشغله حيزاً أكبر فى طبقة المياه العذبة عنه فى الحالة الأولى . ويرجع ذلك إلى أسباب كثيرة منها مثلا الكميات الكثيرة من المياه العذبة التى يعوضها الخزان الجوفى بشمال ووسط الدلتا نتيجة لتسرب مياه الفيضان من كل عام لم تكف على وجه التحديد نتيجة لكميات الضخ الكبيرة بواسطة الآبار من الخزان الجوفى ونتج عنه تداخل مياه البحر إلى الجنوب من الساحل الشمالى للدلتا على المياه العذبة بهذا الخزان .

والشكل رقم ٥ يوضح هذه الظاهرة جلياً فى خزان المياه الجوفية بمناطق شمال ووسط دلتا نهر النيل حسب القطاعين المأخوذين أ ب (فى اتجاه شرقى — غربى) و ج د (فى اتجاه شمالى — جنوبى) ويلاحظ فيه أنه من تحاليل المياه الجوفية للآبار الموضحة على الخريطة المرفقة بشكل رقم ٥ أن درجة الملوحة فى هذه المياه تزداد شمالا فى حين أنه فى آبار جنوب الدلتا تقل ملوحة المياه الجوفية بدرجة كبيرة جداً وملحوظة (قطاع ج د) وفى حالة الآبار فى قطاع أ . ب والموازى لساحل البحر تقريباً فيلاحظ فيه أن ملوحة المياه ذات درجة عالية جداً تصل فى بعض الآبار إلى درجة أعلى من درجة ملوحة مياه البحر ، ماعدا فى البئر رقم ١٦٤ فان التكوين الجيولوجى للطبقة الحاملة للمياه الجوفية يختلف من ناحية المكونات الرسوبية عنه فى الآبار الأخرى إذ أن الطبقة الحاملة للمياه تتكون من صخور رملية جيرية بخلاف الآبار الأخرى فى هذا القطاع والتى تتكون الطبقات الحاملة للمياه فيها من رواسب دلتاية مكوناتها من الرمل والزلط والطمى بدرجات مختلفة .

العلاقة بين المياه العذبة والمياه المالحة

من المعروف أن الوزن النوعى للمياه العذبة أقل من ذلك للمياه المالحة . ولذلك فانه عندما يتجاور نوعى المياه هذه خلال طبقة مسامية ففى هذه الحالة يوجد مجال لأن تطفو المياه العذبة الخفيفة فوق مياه البحر المالحة الثقيلة الوزن . ويمكن إيضاح هذه الظاهرة فى المعمل بجهاز صغير مبسط عبارة عن أنبوبة تحتوى على رمال غير متماسكة توضع جزئياً فى مياه البحر ثم تملأ من أعلاها بالمياه العذبة . وتحت هذه الظروف النموذجية فان المياه العذبة تطفو فوق المياه المالحة . كما يظهر تماما فى حالة قطعة من الخشب عندما تطفو على سطح الماء وتخضع هذه الظاهرة لقاعدة أرشميدس التى تقول إن أى

أرقام الآبار
شرق ← غرب
شمال ← جنوب
عمق الآبار (بالمتر)
درجة ملوحة مياه الآبار (بالجرام / اللتر)
عمق البئر
درجة الملوحة

شكل رقم ٥ : منحنيات توضيحية لاختلاف درجات ملوحة المياه على إمتداد القطاعين أ ٩ ب - جـ ٩ ء بالدلتا

البحر الأبيض المتوسط

بحيرة البرلس
رشيد
دمياط
بحيرة المنزلة
بورسعيد
الإسكندرية
بحيرة مريوط
إدكو
كفر الشيخ
المنصورة
دمنهور
خليج العرب
برج العرب
طنطا
كفر الزيات
الزقازيق
الإسماعيلية
بحيرة التمساح
القنطرة
خليج الطينة
شبين الكوم
بنها
وادي النطرون
البحيرات المرة
القاهرة
الجيزة
حلوان
السويس
العياط
بركة قارون
الفيوم
الواسطى
بني سويف

خريطة توضح موقع
القطاعين أ ٩ ب - جـ ٩ ء
لمنطقة دلتا النيل

مقياس الرسم: ١ : ٢٠٠٠٠٠٠
(يناير ١٩٦٧)

جسم طاف يحل محل وزنه فى السائل الذى يطفو عليه.
وهذه القاعدة بتطبيقها على العلاقة بين الماء العذب وماء البحر تعرف عادة بقاعدة غايبن — هرزبرج. وقد قام بارون غايبن بوضع هذه القاعدة عام ١٨٨٩ ثم طبقها بابرات هرزبرج سنة ١٩٠١.

وحيث أن ماء البحر يزن ١,٠٢٥ مرة أكثر من الماء العذب فان العلاقة بين منسوب مستوى الماء الجوفى فوق سطح البحر ولنرمز له بالحرف (أ). والعمق للفاصل بين الماء العذب وماء البحر ولنرمز له بالحرف (ب) يمكننا توضيحها فى الآتى :

أ + ب = ١,٠٢٥ ب

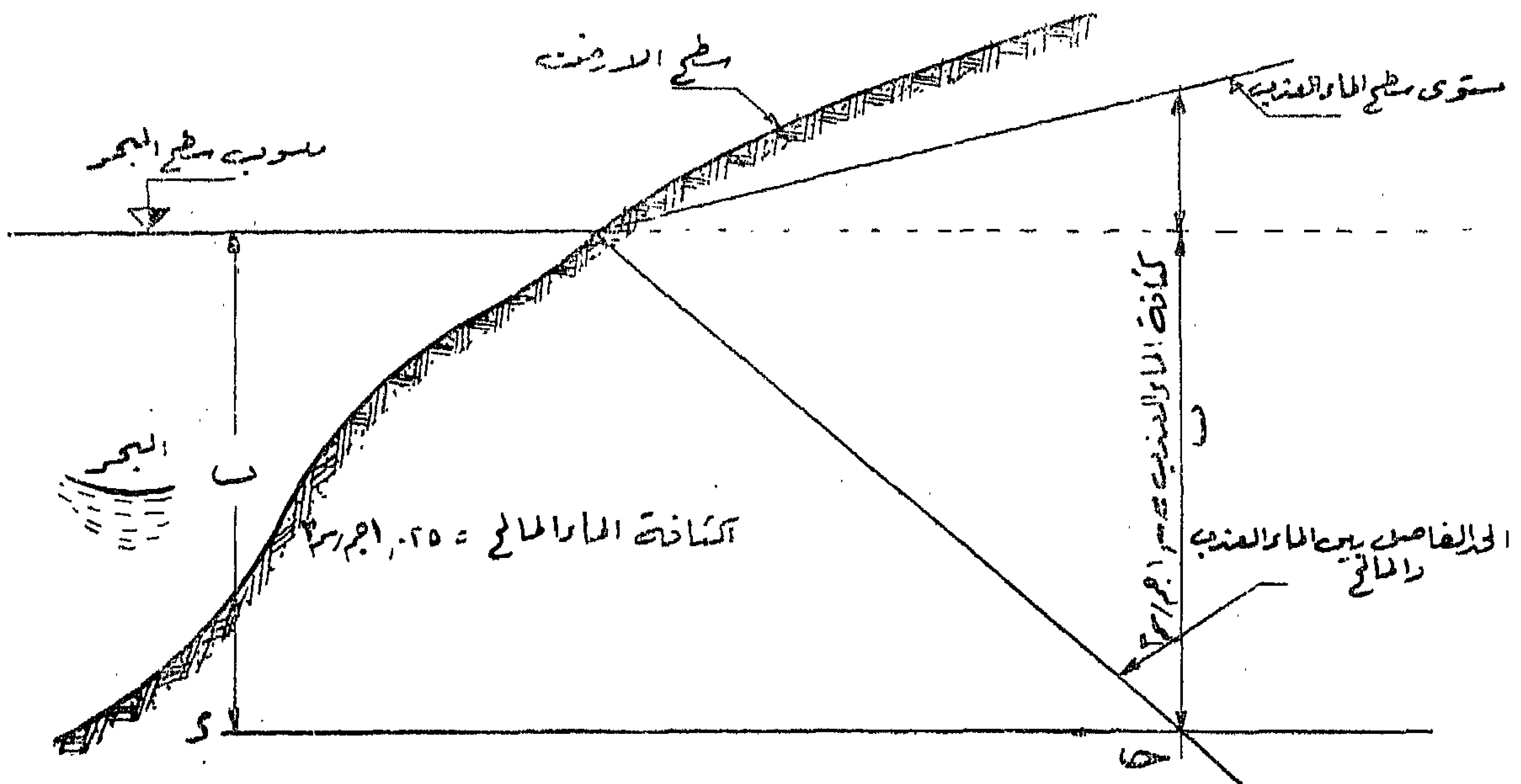
أ = ١,٠٢٥ ب — ب

أ = ب (١,٠٢٥ — ١)

أ = ٠,٠٢٥ ب

أى أن أ = ١/٤٠ ب

والشكل الآتى يوضح ذلك :



رسم نموذجى لتوضيح وضع الماء العذب بالنسبة للماء المالح فى خزان جوفى ساحلى غير محكم (حسب قاعدة جايبن - هرزبرج)

ومن هذه المعادلة يتضح جلياً أن طبقة من المياه العذبة تطفو فوق ماء البحر خلال طبقة مسامية يثبت منسوبها حتى قاعها ، مقاسه تحت منسوب سطح البحر ، وهى ٤٠ مرة من ارتفاع أعلاها فوق هذا المنسوب . وعليه تظهر الطبقة التى تطفو مكونة شكلا تحت سطح البحر سمكه يعادل ٤٠ مرة ذلك السمك (الارتفاع) فوق سطح البحر .

كيفية تداخل مياه البحر

إن نظرية تداخل مياه البحر تتلخص فى الشكل الذى تزحف به دائماً هذه المياه بدرجة مائلة ناحية البر سواء بتقدمها أو تراجعها طبقاً للتغيرات التى تحدث على المستوى الهيدروليكى ممثلة فى الشكل المخروطى الذى تتخذه . والقطاع الهيدروجيولوجى (شكل ٤) يوضح أحد الخزانات الجوفية الساحلية لطبقات حاملة للمياه محكمة confined aquifers وطبقات أخرى غير محكمة unconfined aquifers ويتضح من هذا الشكل أن المستوى الهيدروليكى يميل ناحية البحر (الحالة الأولى) بينما فى الحالة الثانية فانها تمثل المستوى الهيدروليكى لمستوى المياه الجوفية مائلا ناحية البر . ومن معلوماتنا الأولية فى علم الهيدروليكا أنه تبعاً لهذه الحالات أن المستوى الهيدروليكى يجب أن يتقابل مع مستوى سطح البحر عند النقطة التى يكون عندها اتصال هيدروليكى بين الطبقة الحاملة للمياه والبحر ، وتبعاً لذلك فان أ ، ب فى المعادلة السابقة يصبح مقدارها صفراً عند هذه النقطة . وفى حالة طبقة حاملة للمياه غير محكمة تبعاً للحالة الأولى ، فان الحد الفاصل لماء البحر يجب حينئذ أن يقطع سطح الماء الجوفى عند شاطىء البحر . ولذلك فان تقدم وتراجع هذا المخروط يبتدىء عند طرفه . ووضع الطرف العلوى لهذا الحد الفاصل يبقى ثابتاً عند شاطىء البحر حتى تنخفض المياه العذبة كلها بالقرب من شاطىء البحر إلى مستوى سطح البحر وهى اللحظة التى يبتدىء فيها الطرف العلوى من الحد الفاصل من التقدم ويتحرك حينئذ المخروط بأجمعه ككتلة واحدة . وفى حالة تقدمه ناحية البر، فان طرف المخروط يمتد إلى المنخفض الذى سيتكون فى منسوب الماء الجوفى وعليه يرتفع ماء البحر .

وهذا ينطبق تماما مع المعادلة السابقة . وحينما يكون هذا المنخفض على شكل مخروطى Pumping Trough . كما فى حالة تشغيل أحد الآبار ، وبالتالى فان ارتفاع ماء البحر يتخذ شكلا مخروطياً . ونظرياً فان سطحه يصبح منحدراً ٤٠ مرة بالنسبة إلى جوانب المنخفض المتكون علاه نتيجة لعملية الضخ المستمرة . وعليه يتكون مخروط من مياه البحر متغلغلا فى الطبقات الحاملة للمياه العذبة ذات ضغط معين كما هو واضح من الشكل رقم ٤ .

وكما يحدث فى الحالات السابقة المشار إليها . فانه يمكن القول أن العلاقة أ = ٤٠ ب والتى يمكن تطبيقها على حالات الطبقات الحاملة للمياه والتى لها ضغط وفى هذه الحالة يجب الإشارة إلى أنه ليس من الضرورى أن يكون حقيقياً الجزم بأن الفاصل لمياه البحر لابد أن يقطع سطح الأرض عند شاطىء البحر .

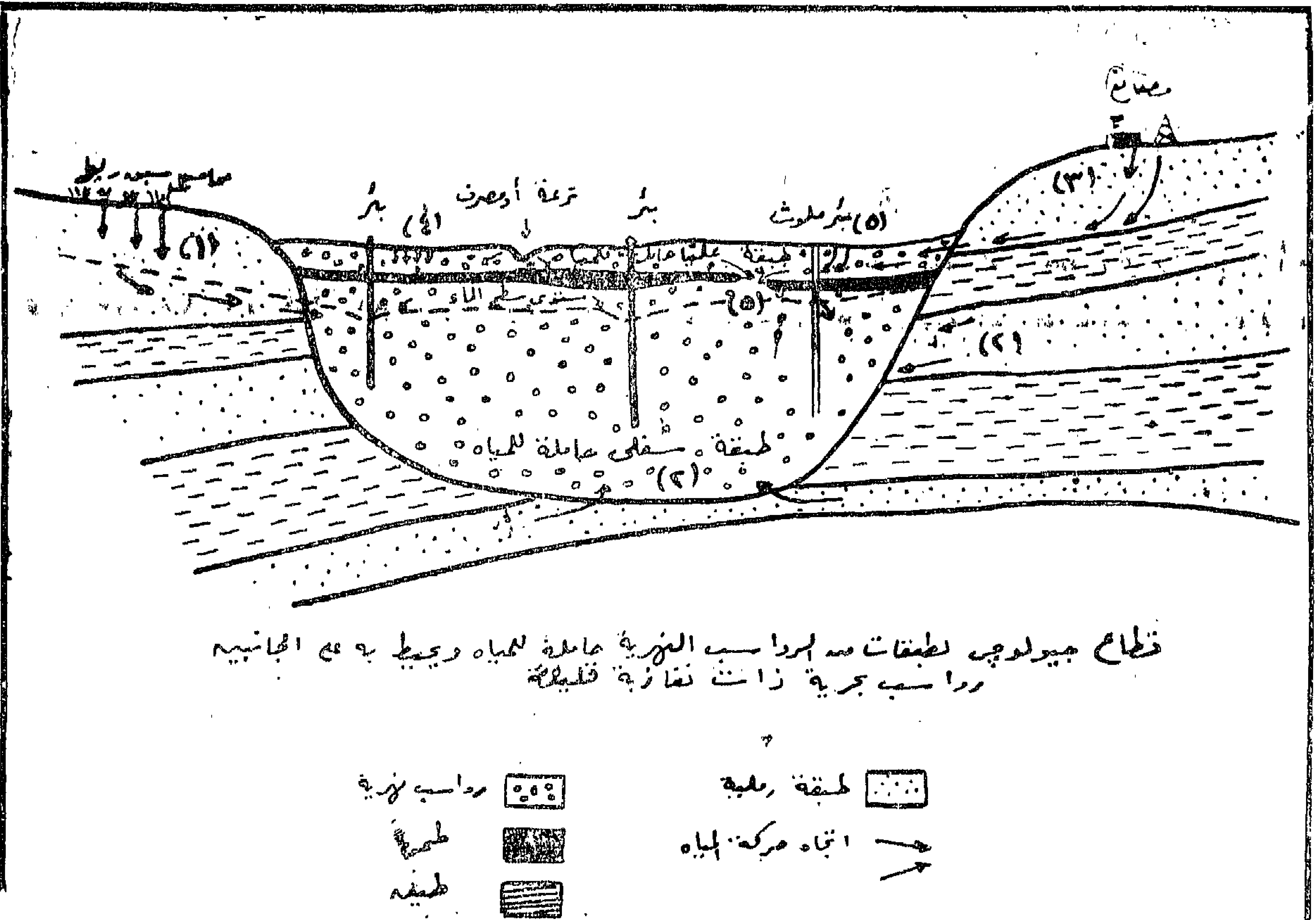
الأسباب الأخرى التى يحتمل أن تؤدى إلى زيادة نسبة ملوحة المياه الجوفية

لوحظ من الدراسات الهيدروجيولوجية والجيوكيمائية للمياه التى تحتويها أحواض المياه الجوفية المنتشرة على طول الساحل الشمالى لحوض دلتا نهر النيل أن زيادة نسبة الملوحة للمياه الجوفية فى هذه الخزانات (شكل ٥) لا يعزى فقط إلى زحف مياه البحر عليها . ولكن من المحتمل أن ترجع هذه الزيادة فى ملوحة هذه المياه كلية أو جزئياً إلى بعض الأسباب الأخرى . ومن نتائج هذه الدراسات يمكننا أن نذكر بعض الأسباب التى لها مغزى فى ازدياد نسبة ملوحة هذه المياه (شكل ٦) .

وتتلخص هذه الأسباب فى الآتى :

١ — سوء حالة المياه الجوفية نتيجة استخدامها مثلا فى رى الزراعات المختلفة وإعادة ضخها من الطبقات الحاملة لها والتى سبق أن تسربت إليها .

٢ — سوء حالة المياه الجوفية نتيجة تسرب جانبى أو رأسى إلى أعلى من مياه مالحة تحتويها طبقات جانبية أو توجد أسفل حوض المياه الجوفية العذبة .



بيانات إيضاحية :-

(١) زيادة الملوحة في المياه الجوفية باستعمالها ثم إعادتها للاستعمال مرة أخرى .

(٢) زيادة الملوحة في المياه الجوفية بواسطة التسرب الجانبي والرأسي للمياه المالحة .

(٣) زيادة الملوحة في المياه الجوفية نتيجة لتسرب مخلفات المصانع والمجاري .

(٤) زيادة الملوحة في المياه الجوفية نتيجة لتسرب المياه المالحة من المصارف والبحيرات .

(٥) زيادة الملوحة في المياه الجوفية نتيجة لتسرب المياه المالحة من طبقة إلى أخرى خلال المسافات بين طبقات الطمي .

شكل رقم ٦

شكل توضيحي لمصادر الملوحة في المياه الجوفية خلاف الملوحة الناتجة من زحف مياه البحر على الخزانات الجوفية

٣ — سوء حالة المياه الجوفية نتيجة تسرب إلى أسفل من المجارى أو مخلفات المصانع .

٤ — سوء حالة الميـاه الجوفية نتيجة تسرب مياه ذات ملوحة عاليـة إلى أسفل من المصارف والبحيرات والمستنقعات .

٥ — سوء حالة المياه الجوفية نتيجة تسرب المياه المالحة من طبقة عليا تحتويها إلى طبقة مياه جوفية عذبة توجد أسفلها خلال المسافات الفاصلة بين طبقات الطمى المتبادلة مع الطبقات المسامية التى تحتويها هذه المياه وبالعـكس . أو نتيجة لتـكوينات جيولوجية فى الطبقات الطينية الغير مسامية تسمح بذلك بالإضافة إلى بعض أسباب أخرى تـكنولوجية فى حفر وتركيب المواسير فى آبار المياه الجوفية كما تعزى أيضاً إلى وجود بعض الآبار المهجورة بالقرب من مناطق استغلال المياه الجوفية ويصعب فى بعض الأحيان تحديد الأسباب الحقيقية لازدياد نسبة الملوحة فى المياه الجوفية ويجب قبل التأكد من أن زحف مياه البحر على خزانات المياه الجوفية العذبة هو السبب فى ازدياد هذه الملوحة أن نوضح الدلائل التى تشير إلى أن هناك اتصال هيدروليكى مع مياه البحر بالإضافة إلى ظهور مستوى هيدروليكى يميل تجاه البر ، والذى يرجع إليه استمرار سوء حالة المياه الجوفية فى المناطق القريبة من البحر أو البحيرات . وحتى فى وجود هذه الحالات فإنه يمـكن فى بعض الظروف احتمال حدوث ازدياد ملوحة المياه الجوفية نتيجة لأحد الأسباب الخمسة التى ذكرناها من قبل . وفى هذه الآونة ، يمـكن القول أن التحاليل الـكيمائية الدورية للمياه الجوفية ودراستها من الناحية الجيوكيمائية بعمل نسب مختلفة بين الأيونات المـكونة لها تساعد كثيراً على التوصل إلى مدى تداخل المياه المالحة من البحر على خزانات المياه الجوفية العذبة من عدمه . وعلى أى حال ، فانه بالمعلومات التى فى متناول أيدينا الآن يصعب جداً أن نفرق بين مياه البحر والمياه المالحة الأخرى التى تحتويها الطبقات الرسوبية المختلفة فى مناطق حوض دلتا نهر النيل ولذلك فان الإبحاث والدراسات التفصيلية المستقبلة ستساعد كثيراً على التعرف والوصول إلى مدى زحف مياه البحر على خزانات المياه الجوفية بأنحاء الدلتا المختلفة .

الظواهر الواضحة فى شمال دلتا نهر النيل :

من المحتمل امتداد الطبقات العميقة الحاملة للمياه الجوفية بشمال الدلتا تحت مياه البحر شمالا لعدة كيلومترات . كما أنه يوجد احتمال آخر أن هذه الطبقات يغطيها (أو يعلوها) مـكونات صخرية قليلة المسامية يحتمل اتصالها مباشرة بمياه البحر فى نهايتها من ناحية البحر . ففى حالة ازدياد كميات المياه الجوفية العذبة بخزاناتها المنتشرة على طول ساحل البحر بالإضافة إلى وجود مستوى هيدروليـكى مائلا ناحية البحر فانه من البديهى أن امتداد هذه الطبقات تحت مياه البحر سوف يدفع المياه الجوفية العذبة إلى مياه البحر بتأثير الضغط الإرتوازى الموجودة عليه . وأن كميات المياه الجوفية العذبة والتى تختزنها هذه الطبقات الممتدة تحت مياه البحر عادة ما تـكون بكميات وفيرة ، وتأثير هـذه الـكميات المختزنة يعتبر ذا أهمية كبرى فى منع دخول مياه البحر المالحة إلى خزانات المياه الجوفية العذبة بشمال الدلتا ، إلى حين تـكوين مستوى هيدروليـكى ينشأ فيما بعد ويكون بدرجة تميل ناحية البر جنوباً . وفى بعض الأحيان كما تدلنا بعض الحالات الموجودة على طول الساحل الشمالى للجمهورية العربية المتحدة فان مستويات الميـاه الجوفية فى الطبقات المحـكمة confined aquifers تصل إلى مستوى أقل من مستوى سطح البحر وبالرغم من هذا فانه لايظهر فيها أى تأثير لزحف مياه البحر عليها (مثلا فى حالة بئر ١٦٤ جنوب بحيرة مريوط) ، وكما هو واضحاً فى بعض الآبار الأخرى والتى تم حفرها فى مناطق متفرقة بشمال الدلتا أو على طول ساحل البحر الأبيض للجمهورية العربية المتحدة . وإنه لمن الصعوبة فى هذه الحالة أو حالات أخرى مشابهة أن نجزم بعدم زحف مياه البحر المالحة إليها (إلى هذه الخزانات الجوفية العذبة) وذلك نتيجة لوجود كميات كبيرة مختزنة من المياه العذبة والتى تحتويها الطبقات الحاملة لها والممتدة تحت مياه البحر أو أن الإتصال الهيدروليكى بينها وبين مياه البحر ضعيفاً أو غير

موجوداً ، ولكن من الواضح تماماً فى الوقت الحالى ، أن الصفات المسامية والكميات الهائلة المختزنة فى هذه الطبقات الحاملة للمياه والتى لها ضغط عالى وتمتد ناحية البحر لا يمكننا معرفتها على وجه الدقة لعدم توافر المعلومات والبيانات العلمية والتى يمكننا بها تفسير هذه الظواهر المختلفة فى خزانات المياه الجوفية على امتداد ساحل البحر الأبيض المتوسط ويمكن القول إنه نتيجة لعدم توافر البيانات الكافية فانه يتعذر التوصل عند تطبيق المعادلات النظرية إلى تقدير كمية زحف مياه البحر على خزانات المياه العذبة أو إلى التنبؤ إلى وقت وصول حالة الحد الفاصل بين المياه المالحة والمياه العذبة .

وبالإشارة إلى الدراسات الجيولوجية التى قامت على نتائج حفر الآبار بمناطق شمال الدلتا والتى أمكن منها التعرف على الطبقات الحاملة للمياه الجوفية يتضح أن هذه الطبقات الرسوبية تتكون عادة من عدسات متداخلة ومتبادلة مع بعضها البعض (شكل ٣) تعلوها فى بعض الأحيان طبقات تتكون من صخور جيرية رميلة تتخللها طبقات ملحية تكونت من البحيرات القديمة فى العصور الجيولوجية المتعاقبة التى تغطت بالرواسب الدلتائية فيما بعد . كما أن طبقات الرواسب الدلتائية تحتوى مكوناتها على حبيبات رفيعة ومتوسطة وغليظة . ومن الطبيعى أن مياه البحر تتسرب بسرعة خلال الرواسب ذات الحبيبات الغليظة وكذلك إلى الطبقات الأكثر مسامية بينما تسربها فى الرواسب ذات الحبيبات الرفيعة يكون محدوداً ويبطىء وبكميات أقل من رواسب النوع الأول . وعليه ، فإن تسرب مياه البحر عادة لا يكون على هيئة جبهة فى وضع مائل تجاه البر كما تقرره الفروض النظرية .

وعموماً ، فإن قاع البحر يميل بدرجة قليلة عند شاطىء البحر . وجدير بالذكر أن بعض العلماء المتخصصون فى علوم البحار قاموا بعمل دراسات فى هذا المجال شمال دلتا نهر النيل واتضح أن قاع البحر يميل بحوالى ١ ½ درجة من شاطىء البحر حتى عمق ١٠٠٠ متر تحت مياه البحر الأبيض المتوسط شمال الدلتا . كما أن دراساتهم أوضحت أن نهر النيل بفرعيه (دمياط ورشيد) يضيف إلى رواسب الرف القارى شمال دلتاه بكميات من الرواسب تصل إلى حوالى ١/١٠ كيلومتر مكعب من الرمل والطمى كل ٣ ½ سنوات . وعند حساب سمك الطبقة التى تتكون نتيجة لهذا الترسيب فيتضح أنها تصل إلى سمك ٣ سنتيمترات كل ١٠٠٠ سنة مغطية بذلك قاع البحر . وتبعا لهذه الدراسات فان هؤلاء العلماء قد توصلوا إلى أن طبقات الزلط ذو الحبيبات ذات الحجم الكبير تظهر تحت قاع البحر على مسافات بعيدة وأعماق أكثر منها فى المسافات القريبة من الشاطىء للطبقات ذات الأعماق البسيطة . وأن المنافذ التى تتخللها المياه المالحة وتنفذ فيها خلال هذه الطبقات ذات الحبيبات الكبيرة عند نقطة ظهورها تحت قاع البحر تجاه الشاطىء غالباً ما تكون أقصر من الطبقات الغير عميقة المنتشرة على طول شاطىء البحر ونتيجة لظهور هذه الحالة فان زحف مياه البحر يكون واضحاً على أعماق بسيطة ، على عكس ما تشير إليه القوانين النظرية التى يحكمها تكوين مخروط مياه البحر المالحة . وأحياناً فان الطبقات الغير عميقة والتى تمتد إلى مسافات كبيرة تحت سطح الأرض جنوب الشاطىء يوجد بها تشبع بمياه البحر نتيجة للتسرب الذى يحدث غالباً من مياه المد والجزر فى الأراضى التى تحيط بالبحيرات والمستنقعات المنتشرة شمال دلتا نهر النيل وشرقها وغربها فى هذه الحالة لا نتوقع وجود نظرية مخروط مياه البحر المالحة . وفى ضوء التغيرات التى تطرأ على شكل الحد الفاصل لمياه البحر المالحة نتيجة للتذبذبات التى تحدث فى مستوى المياه الجوفية ، فانه يمكننا القول إن هذه التغييرات تعتبر بطيئة وبقلة كما يتضح من المنحنيات لآبار شمال دلتا نهر النيل والتى تبعد عن مناطق تأثير تسرب مياه الفيضان السنوى لنهر النيل (شكل رقم ٢) . وعند إجراء عمليات السحب من خزاناتها الجوفية بواسطة الضخ من هذه الآبار فان مستوى الماء الجوفى ينخفض سريعاً ونصل فى حالة إنخفاض مستوى المياه الجوفية فى هذه المناطق لفترات طويلة إلى حالة التوازن بين الحد الفاصل بين المياه العذبة والمياه المالحة . وجدير بالذكر أنه من النادر تحديد العمق إلى هذا الحد الفاصل عند تطبيق المعادلة السابق ذكرها .

وبالإختصار فان الفروض النظرية تساعد أحيانا فى تفهم ميكانيكية زحف مياه البحر المالحة ، ونظراً لتعقيد ظروف

خزانات المياه الجوفية الممتدة على طول ساحل البحر فان المحاولات العلمية لدراسة هذه المشاكل يمكن تطبيقها فقط فى الحالات النادرة والتى فيها تكون الظروف التكوينية لهذه الطبقات الحاملة للمياه بسيطة وواضحة حتى يسهل دراستها وإيجاد أنسب الحلول لها .

ثانياً — الوضع الحالى لزحف مياه البحر المالحة فى مناطق حوض دلتا نهر النيل :

من الدراسات الهيدروجيولوجية التى تمت بمعرفتى فى المناطق المختلفة على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط للجمهورية العربية المتحدة يمكن الاقتصار فى هذا البحث على الوضع الحالى لزحف مياه البحر على خزانات المياه الجوفية الموازية لساحل البحر فى مناطق شمال دلتا نهر النيل وكذلك خزانات المياه الجوفية المحيطة بالبحيرات الطبيعية المنتشرة شمال الدلتا والمتاخمة لها من الناحية الشرقية والغربية .

ومن نتائج هذه الدراسات أمكن تقسيم خزانات المياه الجوفية فى دلتا نهر النيل إلى أربعة أقسام من حيث تأثير زحف مياه البحر المالحة عليها :

١ — مناطق تحدد فيها امتداد زحف مياه البحر المالحة (شكل رقم ١) .

٢ — مناطق يحتمل وجود مياه البحر فيها والتى يزيد كمية أيون الكلوريد فى مياهها الجوفية عن ١ر٠ جزء فى المليون .

٣ — مناطق لم يظهر فيها أثر زحف مياه البحر عليها .

٤ — مناطق لم يعرف فيها آثار لمياه البحر المالحة .

وحيث أن الدراسات الجيوكيمائية للمياه الجوفية فى الوقت الحالى غير كافية للاستدلال على ظروف المناطق الخاصة بالأقسام ٢ ، ٣ ، ٤ السابق ذكرها فاننى سأكتفى الآن بايضاح الظروف والعوامل التى أحاطت بامتداد زحف مياه البحر المالحة فى القسم الأول ، وذلك لعدم توافر البيانات العلمية الكافية والتى تغطيها مناطق الأقسام الثلاثة الأخرى .

١ — مناطق تحدد فيها امتداد زحف مياه البحر المالحة :

من الدراسات التى قام بها واضع هذا البحث وكذلك البحوث الأخرى التى قام بها خبراء المياه الجوفية بالقطاعات الشمالية فى الجمهورية العربية المتحدة اتضح وجود عدة ظواهر تسير إلى دلائل وجود مياه البحر المالحة فى أحواض المياه الجوفية بهذه القطاعات ومن هذه الظواهر نذكر الآتى :

(ا) الطبقات الحاملة للمياه الجوفية على امتداد شاطىء البحر والبحيرات وتمتد إلى أعماق كبيرة تحت سطح البحر .

(ب) الطبقات الحاملة للمياه الجوفية والتى تتصل مباشرة بقاع البحر والبحيرات أو التى تمتد تحت قاع البحر على هيئة طبقات حاملة للمياه محكمة ، وذات ضغوط مختلفة وتمتد إلى مسافة داخل البحر ويحتمل إتصالها مباشرة بمياه البحر .

(ح) مناطق استغلال المياه الجوفية على نطاق كبير وتوجد بالقرب من ساحل البحر والبحيرات .

(د) وجود مستويات سطح المياه الجوفية فى المناطق الساحلية تحت منسوب سطح البحر ولفترات زمنية كبيرة بالإضافة إلى ظهور المستوى الهيدروليكى الطبيعى للمياه الجوفية مائلا ناحية البر إلى الجنوب فى بعض المناطق .

(ه) تواجد المياه الجوفية فى المناطق الساحلية واحتوائها على زيادة فى الكلوريدات بأكثر من ١ر٠ جرام فى اللتر وأن هذه المياه والتى تحتوى على زيادة فى نسبة الكلوريدات تتحرك باستمرار جنوباً فى اتجاه المستوى الهيدروليكى العكسى تجاه البر .

ومن نتائج هذا البحث المقدم اتضح أن مناطق شمال دلتا نهر النيل ومناطق شرق وغرب قنال السويس والمناطق المتاخمة للبحيرات الواقعة فى منخفض وادى النطرون قد تأثرت كثيراً لهذه الظواهر السابق إيضاحها والتى ترجع فى معظم الأحيان إلى كميات الضخ من خزانات المياه الجوفية المنتشرة فى هذه المناطق جميعها والتى تفوق كثيراً مصادر

التغذية لهذه الخزانات الجوفية بالإضافة إلى وجود مستويات المياه الجوفية فيها تحت منسوب سطح البحر لسنوات عديدة ودرجة ميل المستوى الهيدروليكي لها تجاه المنخفضات الناتجة من عمليات الضخ الكبيرة منها وعدم وجود حواجز دائمة Barriers في الطبقات الحاملة لمياهها العذبة مما يساعد على منع تداخل المياه المالحة إليها .

وأنه يجب التصريح حالياً نتيجة لهذا ، أن الإستمرار في عمليات الضخ الكبيرة بوضعها الحالي أو حسب المشروعات المستقبلة والتي ستعتمد على المياه الجوفية بجانب المياه السطحية واستغلالها في مناطق كثيرة من حوض دلتا نهر النيل ، سيترك الفرصة لازدياد زحف مياه البحر إلى خزانات المياه الجوفية .

ثالثاً — طرق التحكم في زحف مياه البحر :

في ضوء الدراسات الحالية بالإضافة إلى الخبرات التي تجمعت من الناحية الهيدرولوجية والجيوكيميائية لأحواض المياه الجوفية في المناطق المختلفة بدلتا نهر النيل فانه يمكن وضع بعض الطرق التي سوف تساعد على منع زحف مياه البحر المالحة والتحكم فيها وهي :

١ — رفع مناسيب المياه الجوفية إلى أو أعلى من سطح البحر بواسطة تقليل الكميات المستغلة من المياه الجوفية وعند تعذر ذلك يجب وضع برنامج زمني لتعديل توزيع عمليات الضخ من الآبار .

٢ — التغذية المباشرة للطبقات الحاملة للمياه الجوفية والتي زاد السحب منها بدرجة كبيرة ملحوظة ، حتى يمكننا إرجاع مناسيب المياه الجوفية إلى أو أعلى من منسوب سطح البحر .

٣ — التمكن من إبقاء حاجز من المياه العذبة ، (Fresh Water Ridge) فوق سطح البحر في المناطق الملاصقة لشاطىء البحر أو التي تحيط بالبحيرات وذلك بعمليات توزيع المياه السطحية أو آبار الضغط للخزان الجوفي وفي كلتا الحالتين يجب دراسة التكاوين الصخرية للطبقات الرسوبية التي تغطيها هذه المناطق بدقة تامة حتى يمكننا اختيار أنسب طريقة لإيجاد هذا الحاجز .

٤ — إنشاء حاجز صناعي تحت سطح الأرض للاقلال من مسامية الطبقات الحاملة للمياه العذبة التي توجد مجاورة لمناطق المياه المالحة وبالتالي التحكم في زحف المياه المالحة ووصولها إلى الطبقات الحاملة للمياه العذبة .

٥ — تكوين منخفض Pumping Trough نتيجة لعمليات السحب من أحواض المياه الجوفية بجوار شاطىء البحر أو البحيرات وذلك لخلق مستوى هيدروليكي مائلا في خزان المياه الجوفي ومتجهاً ناحية البحر أو البحيرات .

وقبل البدء في اختيار إحدى هذه الطرق وتنفيذها في إحدى مناطق دلتا نهر النيل يجب أن يسبقها دراسة تفصيلية لهذه المناطق من الناحية الجيولوجية والقيام بعمل تحاليل كيمائية لمياهها الجوفية حتى يمكننا اختيار أنسبها ويكون لها الفائدة المرجوة إقتصاديا .

رابعاً — الدراسات التجريبية لمشكلة زحف مياه البحر :

من الخبرات المتجمعة من الدول التي قامت بإيجاد حلول لحل هذه المشكلة نرى أن هذه الدول قامت بعمل بعض الدراسات التجريبية سواء في معامل بحوثها أو على الطبيعة في المناطق التي تغلبت فيها على مشكلة زحف مياه البحر على خزانات المياه الجوفية في دولها ، كما أمكنها إيجاد الحلول السريعة لهذه المشكلة وتطبيقها على نطاق كبير . ومن هذه الدراسات التجريبية يمكن تلخيص الآتي :

١ — العوامل التي تحكم زحف المياه المالحة

٢ — كيفية تعويض المياه الجوفية المستغلة على نطاق كبير باعادة دفع مياه عذبة إلى خزاناتها الجوفية بواسطة آبار التغذية (Recharge Wells) .

٣ — كيفية تعويض المياه الجوفية المستغلة عن طريق توزيع المياه السطحية .

٤ — إمكانية انشاء حواجز صناعية تحت سطح الأرض باستخدام الستائر الاسمنتية المضغوطة تحت سطح الارض .

٥ — إمكانية إنشاء حواجز صناعية تحت سطح الأرض بعمل حوائط من الصخور الغير مسامية لمنع سريان المياه الجوفية .

خامساً — النواحي الاقتصادية في المشروع :

يعتقد أن الآثار الرئيسية من الناحية الاقتصادية التي يترتب عليها عملية زحف مياه البحر المالحة تقع مباشرة في أضرار خزانات المياه الجوفية العذبة والتي في كثير من الأحيان تعتبر المصدر الرئيسي للاستغلال في الأغراض المختلفة. بالإضافة إلى أن زحف مياه البحر يترتب عليه زيادة ملوحة الأراضي الزراعية والتي يتبعها قلة الإنتاج الزراعي من الرقعة المنزرعة .

وعند مواجهة مشكلة زحف مياه البحر على أحواض المياه الجوفية العذبة ، وبحث هذه المشكلة من الوجهة الاقتصادية فان هناك ثلاثة وجهات نظر مختلفة يمكننا عرضها بغرض إيجاد الحلول لهذه المشكلة والتي تأخذ بها دول العالم المختلفة في مجابهة مثل هذه المشاكل . وتتلخص في الآتي :

أولا — الحد من استغلال احتياطي المياه الجوفية بخزاناتها الجوفية .

ثانيا — الحد من النشاط الزراعي والصناعي تبعاً لإمكانيات الخزان الجوفي .

ثالثا — أن تؤخذ خطوات إيجابية للتأكد من استمرار النمو حسب التوقيت الزمني للاعداد لمواجهة الزيادة في الإستهلاك .

وحيث أن الجمهورية العربية المتحدة تواجه الآن المشكلة المطردة في زيادة السكان والتي يتبعها الزيادة في الاستهلاك والتي تتطلب مشروعات التوسع الزراعي الرأسي والأفقي فإنني أتقدم ببعض الاقتراحات التي تتضمنها النواحي الاقتصادية لحل هذه المشكلة القائمة وهي :

١ — القيام بعمل تخطيط دقيق لعملية إنشاء المدن والقرى بالإضافة إلى الحد من التوسع في المدن والقرى الحالية التي تعتمد كلية على استغلال المياه الجوفية كمصدر لها .

٢ — تقييم شامل للمساحات المنزرعة والتي تعتمد على المياه الجوفية وتقدير الكميات اللازمة من مصادر المياه الجوفية لتنفيذ مشروعات الري المستقبلة .

٣ — الاستفادة من مياه المجاري وإعادة استخدامها بعد تنقيتها .

٤ — إنشاء عمليات لخلط المياه العذبة مع مياه تأثرت جزئياً بمياه البحر المالحة .

٥ — الإسراع في إصدار القوانين والتشريعات الخاصة بالمحافظة على استغلال المياه الجوفية وإعادة اختيار الأسس العلمية السليمة لأفضل الطرق في تنظيم استغلال خزانات المياه الجوفية المعرضة لخطر زحف المياه المالحة عليها .

سادساً — التخطيط العلمي الواجب تنفيذه للتحكم في منع زحف مياه البحر :

يتطلب اختيار الطريقة أو الطرق العلمية الضرورية في التحكم في منع زحف مياه البحر المالحة على خزانات المياه الجوفية العذبة أن نأخذ في اعتبارنا عدة عوامل . ويجب علينا أن نقوم بتحليل وتقييم هذه العوامل قبل أن نختار طرق التحكم في منع زحف هذه المياه المالحة . وهذا يتطلب بحث العوامل الآتية :

١ — القيام بتقدير عمق ، وسمك ، وامتداد ، ودرجة مسامية الطبقة الحاملة للمياه وتحديد مواقع الحواجز التي تتحكم في تحركات المياه الجوفية .

٢ — القيام بتحديد مناطق تواجد المياه الجوفية وحركتها في الطبقات الحاملة لها ودرجة صلاحيتها للأغراض المختلفة .

٣ — تقدير الكميات اللازمة من المياه الجوفية للمشروعات المختلفة وتحديد التوزيع الإقليمي لاستغلال المياه الجوفية من خزاناتها المختلفة .

٤ — الإمكانيات المتوفرة وأنواع وصلاحية المياه اللازمة لعملية التعويض للخزانات الجوفية .

٥ — إمكانية وتكاليف مشروعات التعويض الصناعية وتتضمن عمليات تحويل المياه المالحة إلى عذبة .

٦ — إمكانيات وتكاليف مشروعات الحصول على المياه اللازمة لتنفيذ المشروعات المختلفة بطرق أخرى إذا تطلب الأمر إلى التوقف أو الحد من استغلال المياه الجوفية .

٧ — الفوائد العائدة من استغلال الكميات المخزونة من المياه الجوفية فى الخزانات الجوفية المختلفة وذلك إلى أقصى حدود الاستغلال .

٨ — تحديد عمليات التوازن بين المياه العذبة والمياه المالحة فى خزانات المياه الجوفية .

٩ — المشاكل التى تطرأ أثناء تنظيم وإدارة مشروعات استغلال خزانات المياه الجوفية .

١٠ — القوانين والتشريعات الخاصة باستغلال المياه الجوفية .

١١ — اختيار أفضل الطرق الاقتصادية فى استغلال المياه الجوفية فى الأغراض المختلفة .

١٢ — طرق تمويل مشروعات الاستغلال الخاصة بالمياه الجوفية .

وطبقاً لما يجرى الآن فى كثير من دول العالم المتقدمة والتى تقوم مشروعاتها العمرانية سواء الزراعية منها أو الصناعية والتى تعتمد على استغلال المياه الجوفية كلية أو بجانب مصادر مياه أخرى طبيعية أو صناعية فإن الوقت قد حان لنا أن تتضافر جهودنا وتتوحد فى عمليات الدراسة والبحوث القائمة على البحث عن أو استغلال مصادر المياه الجوفية بالجمهورية العربية المتحدة والإسراع فى إيجاد الحلول العلمية الاقتصادية لمواجهة زحف المياه المالحة على خزانات المياه الجوفية بحوض دلتا نهر النيل أو المناطق الأخرى بالجمهورية .

سابعاً — النتائج والتوصيات المستخلصة من الدراسات السابقة :

نتائج الدراسة :

يتضح من الدراسة السابقة عدة نقاط ذات أهمية قصوى ويمكن تلخيصها فى الآتى :

١ — أن خزانات المياه الجوفية فى مناطق حوض دلتا نهر النيل لها أهميتها الاقتصادية الكبرى كمصدر من مصادر المياه الطبيعية وتعتبر مصدراً رئيسياً هاماً عند الاعتماد عليها فى الحالات الطارئة .

٢ — قد أوضحت لنا البحوث الجيولوجية والجيوفيزيقية أن الطبقات الرسوبية الحاملة للمياه العذبة والتى تمتد إلى مناطق شمال الدلتا بمحاذاة ساحل البحر الأبيض المتوسط لها اتصالا مباشراً بمياه البحر أو مياه البحيرات المالحة فى شمال الدلتا أو شرقها أو غربها بالإضافة كذلك إلى المياه المالحة التى تزحف إلى هذه الطبقات الرسوبية الحاملة للمياه نتيجة لظاهرة المد والجزر .

٣ — أن زحف المياه المالحة إلى أحواض المياه الجوفية على امتداد ساحل البحر أو التى تجاور البحيرات يهدد بصورة خطيرة المياه الجوفية فى الخزانات الجوفية المختلفة والتى يمكن الاستفادة منها فى المشروعات الزراعية والصناعية كما أن هذه المياه المالحة بطبيعة الحال تقلل من كفاءة هذه الخزانات لما تسببه من أضرار جسيمة للمياه العذبة التى تحتويها .

٤ — لإعادة خزانات المياه الجوفية إلى حالتها الطبيعية الأولى قبل تلوثها بمياه البحر يعتبر عملا بطيئاً ويحتاج إلى وقت طويل كما أنه يصعب أحياناً تحقيقه بالإضافة إلى النفقات الباهظة التى يتطلبها تنفيذ ذلك . ولكن عملية الوقاية من حدوث هذا التلوث هى السبيل الوحيد الاقتصادى فى التغلب على مشكلة زحف مياه البحر أو البحيرات .

٥ — وهناك دلائل أكيدة لزحف مياه البحر أو المياه المالحة عموماً إلى حوالى ٢٠ كيلومتراً على الأقل (بل وتزيد

فى مناطق أخرى كثيرة) إلى الجنوب من ساحل البحر أو البحيرات فى مناطق متفرقة بشمال ووسط حوض دلتا نهر النيل. وعمليات الضخ المستمرة من خزانات المياه الجوفية بشمال ووسط حوض الدلتا سواء حالياً أو مستقبلا سيترك الفرصة إلى زحف المياه المالحة لمسافات أكبر خلال هذه الخزانات وعلى الأخص بعد حجز مياه الفيضان بالكامل بعد استكمال تنفيذ مشروع السد العالى ، مما سيترتب عليه تلوث المياه الجوفية المخزونة بالأحواض الجوفية فى الدلتا وذلك ما لم تتخذ طرق علاجية سريعة للتغلب على هذه المشكلة كما أنه يجب التنويه إلى أن بعض هذه الخزانات الجوفية وبالذات التى تقع بالقرب من ساحل البحر والبحيرات قد أصابها التلف .

٦ — من الملاحظ أن درجة تركيز أيون الكلوريد فى هذه الخزانات الجوفية يزيد ٠٫١ جرام فى اللتر . ويعتقد أن زحف مياه البحر إليها والذى يحدث حالياً يعتبر سبباً مباشراً لهذه الزيادة .

٧ — أن عمليات الضخ من الخزانات الجوفية فى الجزء الأوسط والجنوبى من حوض دلتا نهر النيل قد ازداد نتيجة لتنفيذ بعض مشروعات استصلاح الأراضى وما تتطلبه من كميات كبيرة من المياه الجوفية لريها واستزراعها . ولذلك فإن مشكلة زحف المياه المالحة عليها سوف تزداد إذا زادت كميات السحب عن الكميات التى تعوض للخزان الجوفى . ومن الواضح من الدراسة السابقة أنه لم يظهر فيها زحف المياه المالحة إلى خزاناتها .

٨ — توجد بعض المناطق المتفرقة على امتداد ساحل البحر والتى لم تستغل مياهها الجوفية ، وحيث أنه لا يوجد بيانات عنها من الناحية الهيدروجيولوجية وكذلك درجات صلاحيتها للاستغلال ، فإن وضع زحف مياه البحر إليها غير معروف لنا حتى الآن .

٩ — لإمكانية التغلب على أو وقاية خزانات المياه الجوفية المنتشرة فى مناطق شمال حوض دلتا نهر النيل وعلى طول الساحل الشمالى للدلتا وكذلك حول مناطق البحيرات ، فهناك بعض الطرق العلمية الحديثة والتى قامت بتنفيذها كثير من الدول ، والتى تعتمد على الظروف الهيدروجيولوجية لهذه المناطق ، ويمكننا تلخيصها فى الآتى :

(ا) رفع منسوب المياه الجوفية إلى أو أعلى من منسوب سطح البحر وذلك بخفض عمليات السحب من الخزان الجوفى والقيام بعمل تخطيط علمى سليم لعمليات الضخ فى هذه المناطق .

(ب) التعويض المباشر لخزانات المياه الجوفية المستغلة على نطاق كبير للحفاظ على منسوب المياه الجوفية بها وتوصيله إلى أو أعلى من منسوب سطح البحر .

(ج) تكوين حاجز من المياه العذبة (Fresh Water Ridge) يعلو منسوب سطح البحر عند الشاطىء .

(د) بناء حواجز صناعية (Artificial Barriers) تحت سطح الأرض .

(هـ) تكوين منخفض (Pumping Trough) نتيجة لعمليات السحب عند شاطىء البحر .

١٠ — أنه يجب قبل أخذ قرار نهائى فى تنفيذ إحدى الطرق للتحكم فى زحف المياه المالحة على خزانات المياه الجوفية العذبة أن نأخذ فى اعتبارنا النتائج الدقيقة للدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية والجيوكيمائية لخزانات المياه الجوفية المطلوب التغلب فيها على هذه المشكلة بالإضافة إلى النواحى الهندسية والاقتصادية .

١١ — لإيقاف أو التغلب على مشكلة زحف المياه المالحة وتسربها إلى الخزانات الجوفية فإنه يجب وضع مواصفات خاصة لأعمال حفر الآبار وطرق استغلال المياه الجوفية بواسطتها حتى لا يتسبب عدم اتباع ذلك فى بعض المناطق إلى اتصال الطبقات الحاملة للمياه العذبة بالطبقات الأخرى الحاملة للمياه المالحة .

١٢ — وقد توصل العلماء نتيجة لأبحاثهم الكثيرة فى هذا المجال إلى نتائج أساسية من دراسات النماذج فى المعمل (Laboratory Models) والخاصة بمشاكل زحف المياه

المالحة وتسربها إلى الطبقات المحكمة (Confined) والحاملة المياه العذبة يمكن تلخيصها فى الآتى :

(ا) أنه تبعاً لقاعدة غايبن — هرزبرج ، يجب الإبقاء على وضع منسوب سطح الماء العذب البيزومترى (Piezometric Fresh Water Level) فوق منسوب سطح البحر إلى مسافة تساوى (س — ١) مرة المسافة تحت منسوب سطح البحر حتى أسفل نقطة فى الطبقة الحاملة للمياه والتى يجب حمايتها من زحف المياه المالحة إليها (وهنا « س » = الوزن النوعى لمياه البحر) .

(ب) إذا حاولنا تكوين حاجز ذو ضغط أعلى من منسوب سطح البحر ، فإن حركة المياه العذبة تجاه البحر يتناسب عكسياً مع طول مخروط الماء المالح من ابتدائه عند البحر ، كما يتضح ذلك من المعادلة الآتية :

$$ت = \frac{١}{٢} (س — ١) \frac{م ب}{ل}$$

حيث أن :

ت = حركة المياه العذبة ناحية البحر لكل متر من جبهة البحر .

س = الوزن النوعى لماء البحر .

م = سمك الطبقة الحاملة للمياه ، حتى أوطأ عمق يجب حمايته .

ب = درجة مسامية الطبقة الحاملة للمياه وبالنسبة المئوية للمستوى الهيدروليكى .

ل = طول مخروط الماء المالح ، من ابتدائه عند البحر حتى طرفه الآخر .

ويلاحظ أن فقدان المياه العذبة وتسربها إلى البحر لا يعتمد على ارتفاع الطبقة الحاملة للمياه .

(جـ) أن الكميات المطلوبة لضغط المياه العذبة إلى الخزان الجوفى على طول خط التعويض يجب أن تكون مساوية لكمية المياه العذبة المفقودة إلى البحر والتى تحتاج إليها للحفاظ على وضع مخروط المياه المالحة .

(د) فى حالة إذا ما تحرك مخروط المياه المالحة إلى الجنوب من ساحل البحر (خلال الخزان الجوفى) فإن هذا المخروط يأخذ شكلا منبسطاً ويتحرك طرفه نسبياً بسرعة تفوق سرعة حركة الحد الفاصل . وأحياناً فى حالة بعض الطبقات الرسوبية الحاملة للمياه والتى تختلف درجة مساميتها ، نلاحظ أنها تغير من شكل الحد الفاصل حيث أن المياه المالحه الزاحفة إلى هذه الطبقات تميل إلى اتخاذ الطريق السهل الأقل مقاومة فى تحركها .

(هـ) يمكن الحد من زحف مياه البحر المالحة بتكوين منخفض Pumping Trough نتيجة للسحب وذلك بإنشاء سلسلة من آبار الضخ بمحاذاة شاطىء البحر . وبهذه الطريقة سوف لا يكون هناك تعويضاً للمياه المستغلة من الخزان الجوفى الملاصق لشاطىء البحر ، ولكن الغرض من هذه الطريقة أنه سوف يترتب عليها أن فقدان المياه العذبة إلى البحر سيكون أقل من الكميات التى تفقد إذا ما اتبعنا طريقة تكوين حاجز ذو ضغط من المياه العذبة بجوار الشاطىء بواسطة ضغط المياه العذبة إلى الخزان الجوفى .

١٤ — وهناك عدة فوائد نتيجة لاتباع طريقة استمرار ضغط المياه العذبة إلى طبقات محكمة حاملة للمياه وتمتد بمحاذاة ساحل البحر ، يمكن ذكرها فى الآتى :

(ا) أن ضغط المياه داخل الآبار يزيد باستمرار من ضغط الطبقة المحكمة الحاملة للمياه ، وبذلك يمكن تغيير أى مستوى هيدروليكى يتكون تجاه البر أو يكون موجوداً من قبل ، وعليه فإن هذه الوسيلة تحمى الطبقة الحاملة للمياه من زحف مياه البحر وإليها .

(ب) أن فقدان الماء العذب إلى البحر يكون أقل من كمية المياه المضغوطة فى الآبار .

(جـ) فى حالة وجود طبقة حاملة للمياة تكون قد تأثرت بزحف مياه البحر إليها فانه يمكننا حينئذ اتباع طريقة ضغط

الماء العذب من الآبار إلى هـذه الطبقة للتغلب على مشكلة تلوثها بمياه البحر المالحة .

(د) يجب أن نتحكم ، عند اتباع طريقة ضغط المياه العذبة بواسطة الآبار فى الكميات المضغوطة من المياه إلى هذه الطبقة بالذات وعدم تسربها إلى طبقات أخرى . كما أنه لوحظ أن الآبار المغلفة بطبقة من الزلط أمام الطبقة المراد ضغط المياه إليهـا هى من أنجح أنواع الآبار عند تنفيذ مثل هذا المشروع .

(هـ) من نتائج تنفيذ مشروعات ضغط المياه بواسطة الآبار فى الطبقات الحاملة للمياه وذلك للتغلب على مشكلة زحف المياه المالحة إليها أن ضغط المياه بكمية ٥ سم ٣/ثانية لـكل ١٫٦ كيلومتر تأتى بالاحتياجات المطلوبة إذا كانت المسافة بين الآبار لا تتعدى ٢٠٠ متراً وهذا ما يكفى لتكوين حاجز ذو ضغط وبمنسوب يتراوح ما بين ٦٠ سم إلى ٩٠ سم فوق منسوب سطح البحر وبهذا يمكننا إيقاف حركة ماء البحر وتسربها خلال الخزان الجوفى .

(و) كما أن الأمر يتطلب ألا تتغير مواصفات المياه المضغوطة عن المياه المحلية كما أنه يجب أن تضاف نسبة ٠٫٠٠٥ — ٠٫٠١ جرام/لترمن الكلور إليها حتى تتغلب على صعوبة حدوث انسداد فى الطبقات الحاملة للمياه ، بالإضافة إلى الحفاظ باستمرار على درجة مساميتها .

١٥ — لوحظ فى بعض العمليات التى طبقت باستخدام طريقة ضغط المياه بواسطة الآبار فى دول كثيرة فى العالم أن إضافة الكلور مع أحد الأحماض له تأثير فعال فى الحفاظ على مسامية الطبقة الرسوبية الحاملة للمياه والتى يضغط إليها الماء العذب .

١٦ — يجب القيام بعمل تحاليل دورية كيمائية للمياه الجوفية بخزانات المياه الجوفية بحوض دلتا نهر النيل وعمل الدراسات الجيوكيمائية لهـا والتى سوف تساعد كثيراً على تحديد نوع تلوث مياه هذه الخزانات الجوفية من مياه البحر المالحة وحدها أو من مصادر تلوث أخرى .

١٧ — يمكن الاستفادة من مياه المجارى بضغطها فى هذه الطبقات وذلك بعد أكسدتها وترويقها وترشيحها ومعالجتها بالكلور .

١٨ — ولإمكانية التحكم فى زحف المياه المالحة ومنعها من التسرب إلى الطبقات الحاملة للمياه العذبة فانه يجب على السلطات المسئولة أن تتشدد فى تنفيذ التعليمات الخاصة بطرق استغلال المياه الجوفية وعلى الأخص فى المناطق المهددة بخطر هذا الزحف وكذلك تحديد الكميات التى يسمح بسحبها من هذه الخزانات الجوفية .

ومن الملاحظ الآن أنه ليس هناك قوانين مطبقة لكيفية استغلال المياه الجوفية بمناطق الدلتا ووادى النيل على عكس ما هو متبع فى المناطق الصحراوية .

التوصيات :

لتتبع ظاهرة زحف مياه البحر بمناطق حوض دلتا نهر النيل ، وتقدير مداها ، حتى يمكننا التحكم فيها ومنعها ، فهناك عدة توصيات يجب الأخذ بهـا على الأخص فى المناطق الساحلية والمناطق الشمالية والشرقية والغربية لحوض دلتا نهر النيل ، والتى تعتمد على المياه الجوفية كمصدر رئيسى لإمدادها بالمياه وهذه التوصيات كما يلى :

١ — يجب وضع برنامج شامل لجمع وتحليل البيانات الهيدرولوجية والجيولوجية ونتائج التحاليل الكيمائية لمياه الآبار ، وكذلك حفر الآبار الاختبارية اللازمة لدراسة هذه المشكلة .

٢ — يجب أن يكون هناك دراسات مستمرة وتجهيز خطة شاملة لجميع أنحاء حوض دلتا نهر النيل للتحكم فى زحف المياه المالحة فى المناطق التى تعرفنا فيها على وجود مياه البحر المالحة فى الخزانات الجوفية .

٣ — يجب على جميع المواطنين اتباع الإرشادات التى تعطى لهم بصورة مبسطة عن طريق التوعية فى المدن والقرى

بخطورة الموقف وكذلك تنفيذ التعليمات الخاصة باستغلال المياه الجوفية بدقة فى مناطق تأثرت خزاناتها الجوفية بملوحة مياه البحر واتباع الطرق الاقتصادية فى حفر الآبار واستغلالها .

٤ — يجب وضع تشريع لطرق استغلال المياه الجوفية بجميع مناطق حوض الدلتا .

٥ — يجب الإسراع فى اتخاذ الإجراءات الكفيلة بوقف زحف مياه البحر إلى الطبقات الحاملة للمياه والتى تعرضت لها ، وتنفيذ الطرق المناسبة اقتصادياً للتغلب على هذه المشكلة حتى لا نواجه بها أثناء تنفيذ مشروعاتنا الزراعية والصناعية المستقبلة .

المراجع BIBLIOGRAPHY

١ — تقرير عن مشروع تحويل بحيرة البرلس إلى بحيرة عذبة لاستصلاح الأراضى وتربية الأسماك . إدارة البحوث والدراسات الفنية بوزارة الرى (مارس سنة ١٩٦٦) .

٢ — تقرير عن مشروع تحويل بحيرة البرلس إلى بحيرة عذبة واستصلاح ٧٨٪ من مساحتها . وضع بمعرفة السيد المهندس حسيب الدفراوى وكيل وزارة الرى للبحوث والصرف (يناير سنة ١٩٦٦) .

3 — Black, A.P., Brown, E. and Pearse, J.M., 1953. Salt water intrusion in Florida. "Division of Water Survey and Research. Paper No. 9, Board of Conservation, State of Florida.

4 — LOS ANGELES COUNTY FLOOD CONTROL DISTRICT, 1951. "Report on Tests for the creation of fresh water barriers to prevent salinity intrusion". Performed in west control basin, Los Angeles county, California.

5 — Love, S.K. 1944. "Cation-exchange in ground water contaminated with sea water near Miami, Florida". Trans. Amer. Geophys. Union, Pt. 6.

6 — Riddle, J.O., 1933. "Excluding salt water from island wells — a theory of the occurrence of ground water based on experience at Nassan, Bahama Islands". Civil Engineering, Vol. 3, No. 7.

7 — Shata, A.A. et al., 1966. "Report on the hydrogeology of the 10,000 feddans area, northern sector of the Liberation Province, Hydrogeology Dept., Desert Institute, Cairo.

8 — Tolman, C.F. and Poland, J.F., 1940. "Groundwater, salt-water infiltration and ground surface reservoir in Santa Clara Valley, Santa Clara County, California. American Geophysical Union, Pt. 7.

أسس تحديد أفضلية الاستثمار فى الدول النامية

التى تنتهج نظاماً اقتصادياً مخططاً

للمهندس عز الدين رفعت

مقدمة

الغرض من هـذا البحث هو محاولة لإخضاع العوامل المميزة لطبيعة الاقتصاد النامى إلى أسلوب التحليل الكمى ، بغية الوصول إلى نموذج رياضى يعـالج فى شىء من الشمول المشاكل المتشعبة التى تمثل التحديات المواجهة لشعوب الدول النامية فى نضالها لتدعيم كيانها الاقتصادى ، عن طريق التوسع فى الاستثمار .

ويضيف إلى هـذه المشاكل المعقدة تعقيداً ، السرعة المذهلة التى يتقدم بها العلم وتطبيقاته فى هـذا العصر ، الأمر الذى يزيد من هوة التخلف يوماً بعد يوم ، والذى يحتم على هذه الدول أن تأخذ بأحدث الأساليب العلمية فى تخطيطها الإنمائى . وفى سبيل ذلك ، يقع على عاتق القائمين على التخطيط فيها عبء تحديد أهداف سليمة واضحة محددة التفاصيل لنشاطها الاستثمارى ، تعالج بطريقة مباشرة متطلبات النمو ، وتأخذ فى الاعتبار الظروف الخـاصة باقتصادها ، وذلك بغرض تحقيق أكبر فائدة ممكنة للمجتمع فى حدود الإمكانيات الاستثمارية الشحيحة المتوفرة .

ومرحلة التخطيط هى أدق وأخطر مرحلة من مراحل العمليات الاستثمارية من حيث انعكاس أثرها بالنجاح أو الفشل على أداء المشروعات بعد وضعها موضع التنفيذ وعلى مدى عمرها الإنتاجى . فالتورط فى تنفيذ مشروع فاشل من الناحية الاقتصادية ، نتيجة قصور فى الدراسة وعجز فى التقدير ، مهما بلغت إدارته من كفاءة ومهما بذل فيه من جهد لن يؤدى إلا إلى الحـد من خسارته . والعكس صحيح بالنسبة للمشروعات التى نالت القدر الـكافى من الدراسة العلمية السليمة والتقدير العملى المتمعن . لذا وجب تكريس كافة الإمكانيات العلمية والخبرات العملية حتى توفى مرحلة التخطيط الاستثمارى ما هى جديرة به من عنـاية وحتى توجه الطاقات الإنتاجية المتوفرة التوجيه الأمثل بما يحقق أكبر معدل ممكن للتنمية .

والدول التى أجبرها الاستعمار على التخلف ، والتى تتبع سياسة تحررية لصـالح شعوبها بعد أن تخلصت من قيوده ، لا مناص لهـا من اتباع نظام اقتصادى مخطط ، تباشر فيه رقابة محكمة على متطلبات الإنفاق الخارجى بصفة عامة ،

والتوسع فى الاستثمارات المحلية وحمايتها بصفة خاصة ، سواء أكانت ملكيتها لوسائل الإنتاج كاملة أو جزئية. والاقتصاد المخطط ضرورة تحتمها مواجهة الاستعمار فى صورته الجديدة وهى إحلال الوسائل السياسية والضغط الاقتصادى بدلا من القوة العسكرية فى الاحتفاظ بمناطق النفوذ فى الدول المتخلفة والاستمرار فى استغلالها كأسواق لمنتجاته الاستهلاكية مقابل حصوله على المواد منها ، وذلك دون تحمل مسئولية المشاكل الاقتصادية والاجتماعية التى تواجهها هذه الدول ، والتى تزداد تعقيداً يوماً بعد يوم بسبب التزايد المطرد فى عدد السكان .

والمعايير الاقتصادية التى تطبق بنجاح فى الدول ذات الاقتصاد المتقدم ، سواء أكان النظام المتبع فيها نظام رأسمالى بحت يعتمد على الملكية الخاصة لوسائل الإنتاج والمنافسة الحرة المطلقة ، أو نظام اشتراكى يقوم على أساس الملكية العامة لكافة وسائل الإنتاج ، أوكان خليطا بين النظامين ، لا تصلح كمعايير تطبق آلياً فى اقتصاد نامى .

ويميز الاقتصاد النامى أساساً عن الاقتصاد المتقدم ندرة الإمكانيات الاستثمارية المتاحة ، وإلحاح مشكلة البطالة سواء أكانت حقيقية أومقنعة. وأهم من هذا وذلك مشكلة الاحتفاظ بميزان متكافىء للمدفوعات إزاء الزيادة الملحة فى حاجة الاستهلاك من حيث الكم التى تمليها مواجهة معدل مرتفع لتكاثر السكان لا يقابله معدل نمو كاف فى الدخل القومى ، ومن حيث الكيف بسبب التقدم الكبير الذى حققته وسائل النقل والمواصلات مما كاد يلاشى الحواجز الجغرافية . والزيادة فى الاستهلاك من حيث الكيف لا تمثل بالضرورة زيادة فى استهلاك سلع كمالية ولكن مجاراة التطور العالمى تضيف دواماً إلى رصيد السلع التى تدخل فى عداد الضروريات .

والعجز المزمن فى ميزان مدفوعات دولة نامية يزيد اقتصادها تعثراً ، ويمثل الثغرة المتاحة لفرض النفوذ الأجنبى الذى يربط هذا الاقتصاد بعجلته ، ولا يتيح له التطور إلا بالقدر الذى يعود بالفائدة على الاقتصاد المتبوع ، والأمثلة على ذلك عديدة .

وتطبيق معايير غير نابعة من واقع ظروف الاقتصاد النامى ينتج عنها ، فى غالب الأمر ، انحراف عن الأهداف الحقيقية التى يتطلبها مجتمع يعيش فى هذه الظروف .

وبالتالى فإن متابعة تحقيق الأهداف المنشودة للمشروعات المنتخبة بعد وضعها موضع التنفيذ ، يتطلب تحديد المعايير السليمة لقياس كفاءة الاداء ، التى تطبق بالضرورة نفس الأسس التى بنيت عليها أفضلية الاستثمار .

أسس أفضلية الاستثمار فى النظام الرسمالى :

الهدف الذى يرمى إليه المستثمر الرأسمالى هو تحقيق الربح المطلق دون أى اعتبار لأثر المشروع المراد تنفيذه على المجتمع الذى يعيش فيه ، بمعنى أنه لا يوجد أى ارتباط بين الهدف الذاتى للمستثمر وبين هدف الاقتصاد العام للدولة . والاعتماد على تقابل الهدفين يتوقف على وجود عامل المنافسة الحرة . وتفضيل المستثمر بين عدد من المشروعات المقترحه سواء أكانت هذه المشروعات تبادلية لغرض معين ، أو تخدم أغراضاً مختلفة ، لتقدير أولويتها للتنفيذ فى حدود موارد استثمارية محددة ، يكون على أساس أيهما يحقق نسبة عائد أكبر من الربح بالنسبة لرأس المال المستثمر(١).

وفيما يلى نوضح طريقة احتساب العائد السنوى للمشروعات من وجهة نظر المستثمر الرأسمالى .

إذا فرضنا أن لدينا جنيه واحد الآن ، أودعناه فى مصرف بفائدة سنوية نسبتها المئوية (ف) ، فإن الجنيه بعد سنة واحدة تصبح قيمته $(١ + ف)$ ، وبعد سنتين تصبح قيمته $(١ + ف)^{٢}$ ، وبعد ثلاث سنوات تصبح قيمته $(١ + ف)^{٣}$ وهكذا بعد عدد (ن) من السنين قيمته $(١ + ف)^{ن}$.

---

(١) يختلف الأمر فى حالة إمكان الحصول على رأس المال بأى كمية بسعر الفائدة السائد فى السوق، حيث تكون الأفضلية للمشروعات التى تعطى أكبر قيمة حالية بصرف النظر عن متوسط العائد السنوى منها .

وبالمثل إذا أردنا أن نودع مبلغاً من المال الآن فى مصرف بفائدة (ف) لنحصل بعد سنة جنيه واحد ، أى أن الجنيه يساوى المبلغ المودع بالإضافة إلى الفائدة المستحقة فإن المبلغ المودع الآن يساوى $\frac{١}{١ + ف}$. وإذا كان المطلوب أن يكون المبلغ بالإضافة إلى فوائده بعد سنتين يساوى جنيها واحداً ، فإن المبلغ الذى يودع الآن يساوى $\frac{١}{(١ + ف)^{٢}}$ وهكذا .

وبنفس المنطق إذا فرضنا أن لدينا مشروعاً إنتاجياً مقدر له عمر (ن) من السنين ، والنسبة المئوية للعائد السنوى عنه بالنسبة لرأس المال المستثمر تساوى (د) ، وبفرض أن صافى الدخل السنوى الذى يغله هذا المشروع ، قبل استنزال استهلاك الأصل ، ثابت على مدار العمر المقدر ويساوى جنيهاً واحداً فإن القيمة الحالية لصافى الدخل خلال الخمس سنوات تساوى :

$$\frac{١}{(١ + د)} + \frac{١}{(١ + د)^{٢}} + \text{———} + \frac{١}{(١ + د)^{ن}}$$

أى مج ن $\frac{١}{(١ + د)^{م}}$

حيث (م) متغير يساوى (١ و ٢ و ٣ و ... و ن) .

وهذه عبارة عن متتالية هندسية مجموعها يساوى :

$$\frac{(١ + د)^{ن} - ١}{د(١ + د)^{ن}}$$

وقيمتها العددية مساوية لعدد السنين التى يمكن خلالها استعواض رأس المال المدفوع من صافى الدخل الذى يغله المشروع .

فإذا أخذنا مثالا عددياً لمشروع إنتاجى عمره المقدر (١٥) سنة وصافى الدخل السنوى منه يساوى (١٠,٠٠٠) جنيه على مدار الـ (١٥) سنة قبل استنزال الاستهلاك، ورأس المال المطلوب لتنفيذه يساوى (٧٦,٠٠٠) جنيه فيمكن استنتاج نسبة العائد السنوى من هذا المشروع كالآتى :

$$\frac{٧٦,٠٠٠}{١٠,٠٠٠} = ٧,٦ = \frac{(١ + د)^{١٥} - ١}{د(١ + د)^{١٥}}$$

وتكون (د) مساوية لحوالى (١٠٪) والتى يمكن استنتاجها حسابياً أو باستخدام الجداول أو المنحنيات التى تعطى القيمة $\frac{(١ + د)^{ن} - ١}{د(١ + د)^{ن}}$ المحتسبة للنسب المختلفة من (د) المقابلة لأى عدد من السنين . والعدد (٧,٦) فى المثال السابق يمثل عدد السنين التى يمكن خلالها استعواض رأس المال المستثمر فى هذا المشروع من صافى الدخل منه ، وهذا واضح حيث أنه يساوى خارج قسمة رأس المال على صافى الدخل السنوى قبل استنزال استهلاك الأصل . والنسب (د) المستنتجة لعدد من المشروعات المقترحة ، تحدد أولويتها للتنفيذ فى حدود موارد رأسمالية محددة .

وفى حالة المشروعات التى لا تدر دخلا صافياً ثابتاً على مدى العمر المقدر لها فانه يمكن أيضاً استنتاج متوسط نسبة العائد السنوى منها إلى رأس المال وذلك بافتراض نسبة عائد معينة واحتساب القيمة الحالية لكل سنة على حدة أو لكل عدد من السنين يتساوى فيها صافى الدخل المقدر ، ثم مطابقة الرقم الناتج برأس المال اللازم لتنفيذ المشروع . وتعاد الكرة بطريقة الخطأ والصواب حتى يتطابق الرقمان .

فمثلا إذا كان لدينا مشروع يتطلب رأس مال قدره (٧٦,٠٠٠) جنيه ، مقدر له عمر (١٠) سنوات وصافى الدخل

منه كالآتى :

السنة :	١	٢	٣	٤	٥
	٥٠٠٠	١٠٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
	٦	٧	٨	٩	١٠
	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	١٥٠٠٠	٥٠٠٠

فاذا فرضنا نسبة عائد متساوية قدرها(١٥٪) يمكن حساب القيمة الحالية كالآتى :

السنة :

١ $\frac{٥٠٠٠}{(١,١٥)}$ = ٤٣٥٠

٢ $\frac{١٠٠٠٠}{(١,١٥)^{٢}}$ = ٧٥٧٠

٣ $\frac{١٥٠٠٠}{(١,١٥)^{٣}}$ = ٩٨٧٠

من ٤ — ٨ مج $\overset{٨}{\underset{٤}{}}\frac{٢٠٠٠٠}{(١,١٥)^{م}}$ = ٤٤١٤٠

٩ $\frac{١٥٠٠٠}{(١,١٥)^{٩}}$ = ٤٢٧٠

١٠ $\frac{٥٠٠٠}{(١,١٥)^{١٠}}$ = ١٢٤٠

إجمالى القيمة الحالية ٧١٤٥٠

> ٧٦٠٠٠

نحاول مرة أخرى على أساس نسبة عائد (١٢٪) .

السنة

١ $\frac{٥٠٠٠}{١,١٢}$ = ٤٤٦٠

٢ $\frac{١٠٠٠٠}{(١,١٢)^{٢}}$ = ٧٩٨٠

٣ $\frac{١٥٠٠٠}{١,١٢)}$ = ١٠٧٠٠

من ٤ — ٨ مج $\overset{٨}{\underset{٤}{}}\frac{٢٠٠٠٠}{(١,٥٢)^{م}}$ = ٥١٤٠٠

٩ $\frac{١٥٠٠٠}{(١,١٢)^{٩}}$ = ٥٤١٠

١٠ $\frac{٥٠٠٠}{(١,٥٢)^{١٠}}$ = ١٦١٠

إجمالى القيمة الحالية ٨١٥٥٠ < ٧٦٠٠٠

تكرر المحاولة على أساس نسبة عائد (١٤٪)

السنة

١ $\frac{٥٠٠٠}{١,١٤}$ = ٤٣٨٠

٢ $\frac{١٠٠٠٠}{(١,١٤)^{٢}}$ = ٧٧٠٠

٣ $\frac{١٥٠٠٠}{(١,١٤)^{٣}}$ = ١١٦٤٠

من ٤ — ٨ مج $\sum_{٤}^{٨} \frac{١٠٠٠٠}{(١,١٤)^{م}} = ٤٦٣٩٠$

٩ $\frac{١٠٠٠٠}{(١,١٤)^{٩}} = ٤٦٢٠$

١٠ $\frac{٥٠٠٠}{(١,١٤)^{١٠}} = ١٣٥٠$

إجمالى القيمة الحالية ٧٦٠٨٠ ≃ ٧٦٠٠٠

∴ تكون نسبة عائد هذا المشروع (١٤ ٪) تقريباً

وكما سبق أن أوضحنا ، فان استهلاك الأصل لا يدخل فى حساب نسبة العائد ، حيث أنه لا يمثل مصروفاً فعلياً يدفع كل سنة ، يكون تقديره عادة بطرق متعارف عليهـا لخدمة الأغراض المحاسبية البحتة ، وذلك على فترات سنوية فى حدود العمر المثمر للمشروع .

ونسبة عائد الدخل السنوى الصـافى إلى رأس المال المستخدم ، تصلح كمعيار يسترشد به المستثمر فى نظام رأسمالى بحت ، على أفضلية مشروع معين أو أكثر للتنفيذ من بين عدد من المشروعات المقترحة ، فى حدود إمكانيات استثمارية محددة ، حيث أن مفهوم الاستثمار فى النظام الرأسمالى ما هو إلا تضحية مبلغ من المال (رأس المال) حالياً بغرض الحصول على المزيد منه مستقبلا .

والدخل الصافى من مشروع إنتاجى معين ، قبل احتساب استهلاك الأصل هو ناتج طرح مصروفات التشغيل من إجمالى الإيراد منه ، وقد أغفل هذا التفصيل فى الأمثلة السابقة حيث أن ما يهم المستثمر الرأسمالى هو النتيجة الصافية . فاهتمامه منصب أساساً على الحصول على أكبر إيراد إجمـالى نتيجة ظروف المنافسة الحرة باقل التكاليف التى يمكنه بها الحصول على عوامل الإنتاج من مواد خام وأجور عمال وخلافه التى تحددها ظروف العرض والطلب .

ويمكن الأخذ فى الاعتبار بقيمة الأصول المستهلكة للمشروعات المقترحة فى حساب العـائد إن وجدت كما فى المثال الآتى :

رأس المال المطلوب	٢٠٠٠٠ جنيه
صافى الدخل السنوى قبل احتساب استهلاك الأصول	٣٢٠٠ «
قيمة الأصول المستهلكة	٤٠٠٠ «
عمر المشروع	٨ سنوات

حساب العائد السنوى (د)

$$٢٠,٠٠٠ = ٣,٢٠٠ \frac{(١ + د)^{٨} - ١}{د(١ + د)^{٨}}$$

$$+ ٤٠٠٠ \frac{١}{(١ + د)^{٨}}$$

وباستخدام الجداول الخاصة بالقيم $\frac{(١ + د)^{ن} - ١}{د(١ + د)^{ن}}$ والقيم $\frac{١}{(١ + د)^{ن}}$ المقابلة لأى عدد من السنين (ن) يمكن الوصول بطريقة الخطأ والصواب إلى قيمة (د) التى تحقق هذه المعادلة وهى حوالى (٨ ٪) .

وهذه الطريقة تعرف بطريقة التدفق النقدى المخصوم "Discounted cash flow method" وتستمد واقعيتها من أنها تأخذ فى الاعتبار عامل الزمن ؛ أحد الأبعاد الرئيسية لأى عملية اقتصادية ، وهى بالتالى تعطى مقارنة مباشرة بين عائد الدخل الصافى من المشروع والفائدة المصرفية السائدة

فى السوق المالى . فلو أن الفائدة السائدة تساوى عائد الدخل الصافى من المشروع فان الأجدر بالمستثمر أن يودع رأسماله فى أحد البنوك ليحصل على نفس العائد الذى يدره هذا المشروع دون الخوض فى المخاطرة التجارية . كما أنه لو كان الحصول على رأس المال عن طريق قرض بفائدة تساوى العائد ، فان المشروع لايدر شيئاً على الإطلاق . وهكذا فان الفرق بين عائد الدخل الصافى للمشروع والفائدة المصرفية السائدة يمثل نسبة الربح الصافى المقابل لعنصر المخاطرة التجارية .

تحليل موجز لطبيعة اقتصاد الدول النامية :

الدول التى فى طور النمو الاقتصادى ، التى أيقنت أنه لاسبيل لحماية هذا النمو من ضغط الرأسمالية العالمية إلا بتطبيق نظام إقتصادى مخطط ، الهدف الأساسى منه تحقيق أكبر معدل ممكن لزيادة الدخل القومى ، فى حدود إمكانياتها الإستثمارية المحددة ، فان مفهومها لعملية الاستثمار يجب أن يدور أساساً حول هذا الهدف .

لنتبين ذلك علينا أن نمعن النظر فى مركبات الدخل القومى ودراسة الأثر الذى يعود عليه تنفيذ المشروعات الاستثمارية المقترحة .

التعريف العام بالدخل القومى :

الدخل القومى هو مجموع دخول الأفراد الصافية من عوامل الإنتاج وتشمل الأجور والأرباح والريع[1] ، وبمعنى آخر هو مجموع القيم المضافة فى عمليات الإنتاج بعد خصم قيمة الاستهلاك السنوى لرأس المال القومى .

وشرط توازن الدخل والإنفاق القوميين ، خلال فترة زمنية محددة ، المتعارف عليها أن تكون سنة ، تمثله المعادلة العامة التالية :

الدخل القومى = الاستهلاك + الاستثمار[2] + ميزان المدفوعات .

وفيما يلى نبين تحليلا موجزاً لمركبات الدخل القومى .

أولا — الاستهلاك :

ويمثل مجموع إنفاق الأفراد فى شراء متطلبات الحياة من سلع وخدمات بالإضافة إلى إنفاق الحكومة ، والزيادة النسبية فى الاستهلاك بمعنى ارتفاع مستوى المعيشة وهو بيت القصيد فى نطاق الهدف العام من زيادة الدخل القومى .

ثانيا — الاستثمار :

ويمثل المبالغ المدخرة من الدخل القومى التى تستخدم فى إنشاء مشروعات استثمارية جديدة ، يكون الغرض منها فى ظل اقتصاد نامى موجه هو زيادة حجم الاستهلاك فى فترات مستقبلة ، وهو بذلك يمثل التضحية التى يضحى بها المجتمع من الدخل القومى حالياً بغرض الحصول على المزيد منه مستقبلا ، بخلاف نظرة المستثمر الرأسمالى لعملية الاستثمار ، كما سبق الإشارة ، فهى التضحية بمبلغ من المال حالياً بغرض الحصول على المزيد منه فى فترات مستقبلة .

ثالثاً — ميزان المدفوعات :

وهو يمثل « قيمة الصادرات — قيمة الواردات » .

فالصادرات هى السلع والخدمات الفائضة عن حاجة المجتمع (وتشمل كذلك القروض إلى الخارج) ، أو التى

(١) هـذا الأساس لحساب الدخل يعطينا « الدخل القومى على أساس عنصر التكلفة » أما إذا أضفنا إلى دخول الأفراد الصافية ، الدخل الحكومى الممثل فى الضرائب فاننا نحصل على « الدخل القومى على أساس قيمة السوق » أو « صافى الناتج القومى » .

٢ — المقصود بالاستثمار هنا هو صافى الاستثمار = إجمالى الاستثمار — استهلاك الأصول ، حيث أن استهلاك الأصل فى العمليات الإنتاجية يعتبر من مركبات التكلفة التى تخصم من الإيرادات الإجمالية . وبمعنى أعم يمثل الاستثمار فى معادلة الدخل القومى تغيير المخزون أى « زيادة المخزون — نقصان المخزون » وفى حالة استخدام الاستثمار الإجمالى فى هذه المعادلة فان الطرف الأيمن منها يكون إجمالى الناتج القومى .

يقتطعها من استهلاكه ويبيعها لدول أجنبية بغرض الحصول على سلع أو خدمات أخرى غير متوفرة محلياً ، وهذه تمثل الواردات . والواردات من السلع أما أن تكون بغرض الاستهلاك المباشر أو تكون سلعة رأسمالية تستخدم فى مشروعات الاستثمار ، وتشمل أيضاً القروض من الخارج .

والإنفاق الخارجى للحصول على سلع استثمارية أو وسيطة أو استهلاكية أو للحصول على خدمات يكون أثره سلبياً على ميزان المدفوعات وبالتالى فهو اقتطاع مباشر من الدخل القومى . ومن ثم فانه على النطاق القومى إذا استقطعنا قيمة الإنفاق الخارجى على مستلزمات الإنتاج من القيمة الإجمالية لإنتاج كافة الوحدات الإنتاجية فى المجتمع لحصلنا على صافى القيمة المضافة محلياً فى عمليات الإنتاج . ولما كان اعتماد الدول النامية أساساً فى عمليات الاستثمار على استيراد السلع الاستثمارية من الدول الصناعية المتقدمة فى هذا المضمار فان الأمر يتطلب زيادة الصادرات والحد بقدر الإمكان من الاستيراد بما يحقق فائضاً مناسباً عن حاجة الاستيراد الضرورية من السلع الاستهلاكية وغيرها من السلع الوسيطة التى تتطلبها الصناعات الناشئة لمواجهة حاجة التوسع الاستثمارى . وعلى هذا فميزان المدفوعات بالنسبة للدولة النامية هو بمثابة المنظم الذى يتحكم فى معدل التنمية .

* * *

ولكى نقدر أثر مشروع إنتاجى معين على الدخل القومى علينا أن نحلل رأس المال المستثمر والإيرادات التى يحققها ومصروفات التشغيل تحليلا دقيقاً ، مسترشدين فى ذلك بتكوين الدخل القومى الذى تحدده المعادلة السابقة ، وذلك لمعرفة أثر كل منها عليه من مكاسب أو أعباء .

وفيما يلى أسس التحليلى وعناصره المختلفة :

أولا — رأس المال :

يتكون رأس المال اللازم لتنفيذ المشروع من عنصرين أساسيين من حيث أثرهما على الدخل القومى :

(ا) رأس المال بالعملة الأجنبية ، لاستيراد المعدات الإنتاجية اللازمة التى لم يتيسر بعد إنتاجها محلياً . وهذا أثره السلبى واضح على ميزان المدفوعات وبالتالى فهو يعتبر تضحية مباشرة من الدخل القومى .

(ب) رأس المال بالعملة المحلية المستخدم لإقامة الإنشاءات وخلافه ويشمل المال السائل اللازم للمشروع . ويجب التنبيه هنا إلى الخطأ الذى يقع فيه البعض من اعتبار الإنفاق المحلى انفاقاً بالعملة المحلية(١٠٠٪) فالمبانى مثلا وإن كانت تكاليفها تدفع محلياً غير أنه على سبيل المثال لا الحصر ، الخشب المستخدم فيها مستورد ، والحديد وإن كان مصنعاً محلياً ، إلا أن معدات صناعة الحديد مستوردة وكذلك الفحم ، وهكذا . ولذا يلزم الحرص كل الحرص فى تحليل الإنفاق المحلى لمعرفة نصيب العملة الأجنبية فيه ؛ وهذا يضاف فى تحليلنا لرأس المال إلى الجزء المنفق بالعملة الأجنبية . أما الباقى فيمثل قيمة مضافة محلية خالصة ، وهو بذلك لا يعد اقتطاعاً مباشراً من الدخل القومى لأنه يعود إليه مرة أخرى فى صورة قوة شرائية ، قد تنفق بالكامل فى شراء سلع استهلاكية ، أو يدخر جزء منها لإعادة استثماره ، وفى الحالتين يدخل فى مركبات الدخل القومى .

ثانياً — الإيراد الإجمالى :

ويمثل إجمالى الدخل العائد من بيع إنتاج المشروع قبل خصم الاستهلاك وتكلفة الإنتاج . ويجدر بنا هنا أن نتساءل عن الأساس الذى ينبغى علينا أن نحتسب به هذا الإيراد .

فالاستثمار فى مشروع إنمائى معين يكون الغرض المباشر منه أحد أمور ثلاثة ، أو مزيج منها ، وهى :

(ا) البدء أو التوسع فى إنتاج سلعة ضرورية يتطلب الأمر حالياً استيراد جميع أو جزء من احتياجات الاستهلاك المحلى منها من الخارج بسبب قصور الإمكانيات المحلية عن

إنتاجها ، تجنباً لاستيراد العجز فيها من الخارج تخفيفاً لأثر ذلك على ميزان المدفوعات .

(ب) البدء أو التوسع فى إنتاج سلعة معينة ، تكون ظروف إنتاجها محلياً مواتية كتوافر المواد الخام مثلا بالنسبة للمنتجات الصناعية أو المناخ والتربة بالنسبة للمنتجات الزراعية ، بغرض تصدير الفائض منها عن حاجة الاستهلاك المحلى إلى الخارج لسد العجز فى ميزان المدفوعات الحالى ، أو لتحقيق فائض يمكن استغلاله فى مشروعات إنمائية أخرى .

(ج) التوسع فى إنتاج سلعة معينة يتم إنتاجها حالياً بكميات محددة وذلك لمواجهة الزيادة المتوقعة فى استهلاكها مستقبلا .

وتأسيساً على ما سبق فإن أثر إجمالى الإيراد على الدخل القومى هو بقدر ما يوفره فى حالة استيراد السلع المعنية من الخارج لسد احتياجات الاستهلاك المحلى منها حالياً أو مستقبلا ، حالة عدم إنتاجها محلياً ، أى المستوى العالمى لثمن استيراد هذه السلع (بالعملة الأجنبية) على أساس « سيف » أما فى حالة تصدير كل أو جزء من الإنتاج فان الأثر يكون عائد التصدير بالعملة الأجنبية على أساس « فوب » وبمعنى آخر يمثل الأثر الموجب لتنفيذ المشروع على ميزان المدفوعات .

ثالثاً — تكلفة الإنتاج :

وتمثل تكاليف الحصول على عوامل الإنتاج من عمالة ومواد خام ومواد نصف مصنعة والقوى المحركة والخدمات وخلافه وتنقسم إلى :

(ا) مصروفات بالعملة الأجنبية :

وتمثل المواد الخام والنصف مصنعة وكذلك الخدمات التى لا تتوافر محلياً ويتطلب الأمر استيرادها من الخارج . يضاف إلى ذلك نسبة التكلفة بالعملة الأجنبية من المصروفات التى تدفع محلياً .

وهذه تمثل عبئاً مباشراً على الدخل القومى لأثرها السلبى على ميزان المدفوعات .

(ب) مصروفات بالعملة المحلية :

وتمثل العمالة المحلية ، وتشمل كذلك ثمن الخدمات والمواد الخام والنصف مصنعة التى تنتج محلياً ، مخصوم منها نسبة التكلفة فيها بالعملة الأجنبية فالكهرباء المستخدمة مثلا وإن كان يدفع ثمنها محلياً إلا أن محطات القوى المنتجة لها ، الجانب الأكبر من أصولها مستورد وكذلك الوقود وإن كان منتجاً محلياً إلا أن أجهزة معامل التكرير مستوردة . كذلك وسائل النقل . . إلخ . وعلى هذا فيجب مراعاة الدقة فى تحديد النسبة الصافية من المصروفات التى تدفع بالعملة المحلية والتى تمثل فعلا قيمة مضافة محلية خالصة . ولسهولة الحصول على النسب المطلوبة فان الأمر يتطلب تحديد معاملات لكل صناعة محلية وسيطة تمثل نسبة التكلفة فيها بالعملة الأجنبية ، على أن تراجع هذه المعاملات دورياً لمتابعة التطور فيها (وينطبق ذلك أيضاً على نسبة رأس المال المحلى) .

وهذه النسبة الصافية من مصروفات التشغيل بالعملة المحلية لا تمثل عبئاً على الدخل القومى حيث أنها تعود إليه بالتالى فى صورة قوة شرائية مثلها فى ذلك مثل رأس المال بالعملة المحلية .

وينبغى أن تكون المصروفات بالعملة المحلية فى حدود الفرق بين إجمالى الإيراد وبين المصروفات بالعملة الأجنبية مضافاً إليها استهلاك الأصول بنوعيها الأجنبى والمحلى .

وفى حالة زيادة المصروفات المحلية الفعلية عن هذا الفرق فان الزيادة تمثل عبئاً تضخمياً على الاقتصاد القومى ، أما إذا كانت أقل من هذا الفرق فان مقدار النقص يمثل كسباً إضافياً للدخل القومى . وعلى هذا فان حسابنا لصافى الإيراد من المشروع بالنسبة للدخل القومى ، قبل استنزال استهلاك الأصول ينبغى أن يكون على أساس الفرق بين إجمالى الإيراد المحتسب على الأساس السابق شرحه ناقصاً المصروفات بالعملة الأجنبية .

أسس حساب متوسط العائد السنوى على الدخل القومى :

تأسيساً على التعريف السابق لمكونات الدخل القومى وتحليل عناصر الإنفاق والإيراد للمشروعات الانتاجية ؛ وبافتراض الرموز التالية فى حساباتنا بالنسبة لمشروع معين تحت الدراسة :

- ن : العمر المثمر للمشروع بالسنين .
- $ل_{ج}$: رأس المال المستخدم بالعملة الأجنبية .
- $ل_{ح}$: صافى رأس المال المستخدم بالعملة المحلية .
- ر : إجمالى الإيراد السنوى على أساس السعر (سيف) للواردات البديلة والسعر (فوب) للصادرات من فائض الانتاج .
- $ص_{ج}$: مصروفات التشغيل السنوية بالعملة الأجنبية .
- $ص_{ح}$: مصروفات التشغيل السنوية الصافية بالعملة المحلية .
- د : متوسط العائد السنوى .

فان حسابنا لمتوسط العائد السنوى على الدخل القومى الذى يحققه المشروع باستخدام نفس الطريقة السابق اتباعها لحساب متوسط العائد السنوى على رأس المال بعد الأخذ فى الاعتبار باختلاف الهدف المراد تحقيقه ؛ يكون كالآتى :

$$\frac{ل_{ج}}{(ر - ص_{ج})} = \frac{(1 + د)^{ن} - 1}{د(1 + د)^{ن}}$$

ومقام الطرف الأيمن من هذه المعادلة يمثل القيمة السنوية المضافة فى الإنتاج من وجهة النظر القومية .

وللمقارنة فان حسابنا لمتوسط العائد السنوى بالنسبة لرأس المال المستخدم ؛ على الأساس السابق شرحه بالمنطق الرأسمالى يكون كالآتى :

$$\frac{(ل_{ج} + ص_{ح})}{ر - (ص_{ج} + ص_{ح})} = \frac{(1 + د)^{ن} - 1}{د(1 + د)^{ن}}$$

ويلاحظ أن أسس تقدير متوسط العائد السنوى بالنسبة للدخل القومى قد أغفلت الأخذ فى الاعتبار برأس المال المحلى وكذلك مصروفات التشغيل المحلية ، الأمر الذى يحول دون التحكم فى خطر التضخم الذى يهدد الاقتصاد القومى نتيجة المغالاة فى بنود الإنفاق المحلى هذه ؛ وسوف نعود إلى معالجة هذه المشكلة عند شرح وسيلة تحديد برنامج استثمارى للمفاضلة بين عدد من المشروعات فى حدود الإمكانيات المتاحة .

مثال عددى :

لنفرض أن لدينا مشروعين مقترحين (أ و ب) البيانات الخاصة بهما موضحة بالجدول التالى ، والمطلوب حساب متوسط العائد السنوى لكل منهما ، مرة على أساس القيمة المضافة ، ومرة أخرى على أساس صافى الربح :

		(أ)	(ب)
$ل_{ج}$	جنيه	١٠٠٠٠	٨٠٠٠
$ل_{ح}$	«	٢٠٠٠	٥٠٠٠
ر (ثابت على مدار عمر المشروع)	«	٤٠٠٠	٤٠٠٠
$ص_{ج}$ (« «)	«	١٠٠٠	٥٠٠
$ص_{ح}$ (« «)	«	٥٠٠	١٥٠٠

حساب متوسط العائد السنوى على الدخل القومى (القيمة المضافة) :

المشروع (أ)

$$\frac{١٠٠٠٠}{٤٠٠٠ - ١٠٠٠} = \frac{١٠٠٠٠}{٢٠٠٠} = ٣,٣٣٣ = \frac{(1 + د)^{10} - 1}{د(1 + د)^{10}}$$

ومنه يستنتج (د) تساوى حوالى (٢٧ ½ ٪) .

المشروع (ب)

$$\frac{٨٠٠٠}{٤٠٠٠ - ٥٠٠} = \frac{٨٠٠٠}{٣٥٠٠} = ٢,٢٩ = \frac{(١ + د)^{١٠} - ١}{د(١ + د)^{١٠}}$$

ومنه يستنتج (د) تساوى حوالى (٤٢ ½ ٪) .

حساب متوسط العائد السنوى على رأس المال (صافى الربح) :

المشروع (أ)

$$\frac{١٢٠٠٠}{٢٥٠٠} = ٥ = \frac{(١ + د)^{١٠} - ١}{د(١ + د)^{١٠}}$$

ومنه يستنتج (د) تساوى حوالى (١٥ ٪) .

المشروع (ب)

$$\frac{١٣٠٠٠}{٢٠٠٠} = ٦,٥٠ = \frac{(١ + د)^{١٠} - ١}{د(١ + د)^{١٠}}$$

ومنه يستنتج (د) تساوى حوالى (٨ ½ ٪) .

ويتضح جلياً من المقارنات السابقة أن معيار الأفضلية قد انعكس بنسبة كبيرة فى حالة اتباع المنطق الرأسمالى عنه فى حالة اتباع منطق تنمية الدخل القومى .

أسس انتخاب البرامج الأفضل للاستثمار بين عدد من المشروعات المقترحة :

يتميز اقتصاد الدول النامية عادة بوفرة مجالات الاستثمار، ولكن تقف الإمكانيات المحددة حائلا دون التوسع فى المشروعات الاستثمارية إلا فى نطاق القيود التى تفرضها هذه الإمكانيات .

وأهم هذه القيود ، ندرة رأس المال المتوفر خصوصاً بالنسبة لرأس المال المطلوب بالعملة الأجنبية . ويلزم الأخذ فى الاعتبار أيضاً بما تتطلبه الخدمات المباشرة مثل القوى الكهربائية ووسائل النقل التى تستلزمها المشروعات الإنتاجية ، من إنفاق استثمارى يستقطع من رأس المال المتوفر بنوعيه . وتشمل القيود الإمكانيات الإنشائية المتاحة خلال فترة التنفيذ المطلوبة ، ومنها أيضاً العجز فى خبرات فنية معينة كالمهندسين أو الكيمائيين وكذلك العمال المهرة أو الكفايات الإدارية .

ويتطلب الأمر الحرص فى انتخاب المشروعات التى تمنح أولوية التنفيذ ، بصرف النظر عن ارتفاع نسبة العائد السنوى منها على الدخل القومى ، حيث يلزم الأخذ فى الاعتبار بأن المطلوب من البرنامج الاستثمارى المنتخب ، إلى جانب تحقيقه معدل نمو كبير ، هو التخفيف من الأعباء التى يقاسى منها الاقتصاد القائم ، أو على الأقل عدم تحميله بأعباء جديدة لاقدرة له على احتمالها . مثال ذلك التضخم الناتج من زيادة التكلفة عن المستوى العالمى ، والعجز فى ميزان المدفوعات ، وعدم توازن الدخل والإنفاق . ويستلزم الأمر إضافة قيود جديدة إلى قيود الإمكانيات الاستثمارية المتاحة بحيث تكفل الالتزام بالشروط المطلوبة لضمان كفاءة تنفيذ وأداء المشروعات المنتخبة ، وتفادى الانعكاسات السلبية التى قد تؤثر على الاقتصاد العام فى حالة ما إذا لم يراع تكامل البرنامج الاستثمارى الجديد ليفى بهذه الشروط .

ويمكن وضع العلاقات بين كافة هذه القيود والمشروعات المقترحة فى صورة معادلات ومتباينات ، تعطينا عناصر مصفوفة رياضية يمكن حلها بطريقة البرامج الخطية ، بهدف تحديد البرنامج الأفضل للاستثمار الذى يحقق أكبر نسبة عائد ممكنة على الدخل القومى مع التزامه بالقيود المفروضة .

رأس المال :

إذا افترضنا الرموز التالية :

لـ جـ إجمالى رأس المـال المتوفر للاستثمار بالعملة الأجنبية .

لـ ح إجمالى رأس المـال المتوفر للاستثمار بالعملة المحلية .

و عدد المشروعات الإنتاجية المقترحة (تشمل التحسينات والتوسعات فى مشروعات قائمة) .

ى عدد الخدمات المباشرة التى تستلزمها المشروعات الإنتاجية والتى تتطلب إنفاقا استثماريا .

م متغير يشير إلى أى من المشروعات المقترحة أو مشروعات الخدمات المباشرة أى يتراوح ما بين ا و و + ى .

ل رأس المال المطلوب بالعملة الأجنبية للمشروع المقترح ، أو الزيادة التى يتطلبها البرنامج فى خدمة مباشرة معينة (لا يشمل نسبة التكلفة بالعملة الأجنبية من رأس المال المطلوب بالعملة المحلية ، أى بخلاف لـ جـ السـابق احتساب نسبة العائد على الدخل القومى من المشروع المقترح منسوباً إليها) .

أ نسبة رأس المال المطلوب بالعملة المحلية إلى رأس المال المطلوب بالعملة الأجنبية (لم) ، لمشروع أو خدمة مباشرة معينة .

ب م نسبة رأس المال المطلوب بالعملة الأجنبية ، الذى يتطلبه التوسع فى خدمة مباشرة معينة (من ا إلى ى) لمقابلة احتياجات المشروع المعين (م) منسوب إلى (لم) .

فإنه يمكن تحديد العلاقة بين إجمالى رأس المال المتوفر للاستثمار بنوعيه ، أى بالعملة الأجنبية وبالعملة المحلية ، وبين رؤوس المال المطلوبة للمشروعات الأصلية المقترحة والخدمات المباشرة التى تتطلبها كالآتى :

١ — لَ جـ ≥ ل١ + ل٢ + ... + ل و +
ل و+١ + ... + ل و+ى

٢ — ل ح ≥ ا١ ل١ + ا٢ ل٢ + ... + او ل و
+ او+١ ل و+١ + ... + او+ى ل و+ى

٣ — صفر = ب(و+١)١ ل١ + ب(و+١)٢ ل٢
+ ... + ب(و+١)و ل و — ل و+١

صفر = ب(و+ى)١ ل١ + ب(و+ى)٢ ل٢
+ ... + ب(و+ى)و ل و — ل و+ى

الإمكانيات الإنشائية :

إذا رمزنا إلى إجمالى الامكانيات الإنشائية المتوفرة خلال فترة التنفيذ ، مقدرة على أساس نقدى بالرمز (هَ) ورمزنا للأعمال الإنشائية التى تتطلبها المشروعات بالرمز (هـ)م .. (يجب الأخذ فى الاعتبار أيضاً بالأعمال الإنشائية التى تتطلبها الخدمات المباشرة والتى يمكن تقدير معاملات لها تحدد لكل نوع من هذه الخدمات) .

فإنه يمكن استخلاص العلاقة التالية التى تضمن تنفيذ الأعمال الإنشائية المطلوبة للبرنامج المنتخب خلال الفترة المعنية .

٤ — هَ ≥ هـ١ ل١ + هـ٢ ل٢ + ... + هـو ل و
+ هـو+١ ل و+١ + ... + هـو+ى ل و+ى

وبالمثل يمكن وضع العلاقات الخاصة بأية إمكانيات أخرى محدودة فى صورة متباينات متشابهة ، مثـال ذلك الإمكانيات من خبرة فنية معينة .

التحكم فى التضخم الناتج من زيادة التكلفة بالعملة المحلية :

سبقت الإشارة إلى أن الهامش المسموح به لتكلفة الإنتاج بالعملة المحلية الذى يضمن عدم زيادة تكلفة الإنتاج عن الإيراد الإجمالى المقدر على أساس السعر « سيف » للسلع البديلة فى حالة استيرادها من الخارج والسعر «فوب» بالنسبة للانتاج المصدر هو الفرق بين إجمالى الإيراد المقدر على الأساس السابق وبين تكلفة الإنتاج بالعملة الأجنبية مضافاً إليها استهلاك الأصول بنوعيها الأجنبى والمحلى .

وإذا استعنا بالرموز الآتية :

رَ = مجموع الإيراد السنوى الإجمالى للانتاج على مدار العمر المثمر للمشروع .

صَ ج = مجموع التكلفة السنوية للانتاج بالعملة الأجنبية على مدار العمر المثمر للمشروع .

صَ ح = مجموع التكلفة السنوية للانتاج بالعملة المحلية على مدار العمر المثمر للمشروع .

لَ = مجموع رأس المال المستثمر فى المشروع بنوعيه ، أى بالعملة الأجنبية والعملة المحلية .

ن = العمر المثمر للمشروع .

فإنه لتحقيق هذا الغرض بالنسبة لكل مشروع على حدة يتطلب الأمر الالتزام بالشرط التالى :

رَ — (صَ ج + لَ) = صَ ح

وتطبيق هذا الشرط على كل مشروع على حدة يفقدنا المرونة فى الانتخاب ، وقد يستبعد بعض المشروعات الضرورية ذات العائد الكبير على الدخل القومى التى لا يمكن التزامها بالشرط المطلوب لأسباب لا يتيسر علاجها فى الظروف الراهنة .

ولتوفر المرونة الكافية التى يتطلبها انتخاب البرنامج الأفضل الذى يفى بالشرط المطلوب كـكل متكامل ، فإنه يمكن استنتاج العلاقة التـالية بالنسبة للبرنامج المتكامل المطلوب انتخابه .

ه — صفر = ع١ ل١ + ٤ ع٢ ل٢ + ... + عو لو

حيث ع = (صَ ح — (رَ — صَ ج — لَ)) / ن ل

ضمان عدم تحميل ميزان المدفوعات بأعباء جديدة نتيجة لتنفيذ البرنامج المنتخب :

المعيار السابق تحديده لأفضلية المشروعات من شأنه أن يؤدى إلى تخفيف العبء على ميزان المدفوعات . هذا صحيح إذا كان الإنتاج المنتظر لهذه المشروعات بغرض سد حاجة الاستهلاك الحالى من أنواع وكميات معينة من السلع ، أما إذا تجاوز الغرض من الانتاج سد حاجة الاستهلاك الحالى من حيث الكيف أو الكم ، بغرض مواجهة الزيادة الطبيعية فى حجم الاستهلاك ، فإن هذا التجاوز يمثل عبئاً جديداً على ميزان المدفوعات بمقدار ما يتطلبه من تكلفة إنتاج بالعملة الأجنبية .

لذا ينبغى مراعاة ألا يزيد هـذا العبء الجديد عن الكسب الذى يحققه بقية الانتاج فى ميزان المدفوعات حتى نضمن الاحتفاظ بمستوى التوازن الراهن على الأقل أو تحسينه ، مما قد يتطلب عدم التوسع فى إنتاج سلع لاستهلاك محلى مستحدث إلا بالقدر الضرورى وبحيث يفى بهـذا الشرط .

وفى حسابنا لمستوى التوازن المطلوب ينبغى الأخذ فى الاعتبار بأقساط الديون بالعملة الأجنبية وفوائدها التى يلزم الحصول عليها لاستكمال المبالغ التى يتطلبها تنفيذ البرنامج .

وباتخاذ الرمز الآتى بالنسبة للمشروعات المقترحة .

$$\text{ط} = \frac{(\bar{\text{ص}}_{\text{ج}} + \text{ل}_{\text{ج}}) - (\bar{\text{ر}} - \bar{\bar{\text{ر}}})}{\text{ن ل}}$$

حيث $\bar{\bar{\text{ر}}}$ تمثل الجزء من إجمالى الإيراد الناتج عن استهلاك مستحدث خلال عمر المشروع المثمر .

فإنه يمكن استخلاص العلاقة التالية التى تضمن عدم تحميل ميزان المدفوعات بأعباء جديدة .

$$\text{٦ — صفر} = \text{ط}_{١}\,\text{ل}_{١} + \text{ط}_{٢}\,\text{ل}_{٢} + \ldots\ldots\ldots + \text{ط}_{\text{و}}\,\text{ل}_{\text{و}}$$

ويمكن أن ندخل فى الاعتبار نسبة الادخار المطلوب تحقيقه من النقد الأجنبى منسوبة إلى صافى القيمة المضافة بعد استقطاع استهلاك رأس المال ($\bar{\text{ر}} - \bar{\text{ص}}_{\text{ج}} - \text{ل}_{\text{ج}}$) وذلك بخصمها من الايراد الإجمالى ($\bar{\text{ر}}$)

ضمان توازن الدخل والانفاق المستحدثين فى البرنامج المنتخب :

إذا رمزنا إلى $\frac{(\bar{\text{ر}} - \bar{\text{ص}}_{\text{ح}})}{\text{ن ل}}$ بالرمز (ك)

فانه يمكن استخلاص العلاقة التالية لضمان كفاية الدخل المستحدث لاستيعاب الإنفاق المستحدث اللذين ينشآن نتيجة لتنفيذ البرنامج المنتخب .

$$\text{٧ — صفر} = \text{ك}_{١}\,\text{ل}_{١} + \text{ك}_{٢}\,\text{ل}_{٢} + \ldots\ldots\ldots + \text{ك}_{\text{و}}\,\text{ل}_{\text{و}}$$

وهنا أيضاً يمكن خصم نسبة الإدخار المطلوب تحقيقه من النقد المحلى من الدخل المستحدث ($\bar{\text{ص}}_{\text{ح}}$) .

وهكذا يمكن الأخذ فى الاعتبار بالعوامل السابقة وغيرها من العوامل التى تضمن توازن العمليات الناشئة عن البرنامج المنتخب فى نطاق إطار الاقتصاد العام ، والتى إذا أغفلت قد تؤدى إلى مضاعفات تؤثر فى قليل أو كثير على كفاءة الاقتصاد القومى بصفة عامة وعلى أداء البرنامج المنتخب نفسه بصفة خاصة .

مثال عددى استرشادى :

لنفرض أنه متوافر لدينا خلال سنة معينة مبلغاً قدره (١٠,٠٠٠,٠٠٠) جنيه بالعملة الأجنبية ، بالإضافة إلى مبلغ (١٤,٠٠٠,٠٠٠) من العملة المحلية ، وذلك للأغراض الاستثمارية . وكانت الإمكانيات المتوفرة للقيام بأعمال الإنشائية تكفى لإنجاز ما قيمته (٧,٥٠٠,٠٠٠) جنيه من الإنشاءات خلال نفس السنة .

وكان لدينا عدد من المشروعات الاستثمارية المدروسة ، يبين الجدول (١) البيانات الخاصة بها . والمطلوب منا أن نحدد من بين هـذه المشروعات أفضل برنامج استثمارى ، فى حدود رأس المـال المتوفر وغيره من الإمكانيات بهدف تحقيق أكبر عائد ممكن على الدخل القومى .

جدول رقم (١)

« الوحدة = ١٠٠٠ جنيه »

المشروع	العمر المثمر (سنة)	رأس المال المطلوب		التكلفة بالعملة الأجنبية لرأس المال بالعملة المحلية	التكاليف الانتقالية المطلوبة	الإيراد السنوى الإجمالى	الإيراد من الاستهلاك المستحدث	تكاليف الإنتاج(١،٢)		رأس المال الاضافى المطلوب للخدمات المباشرة			
		بالعملة الأجنبية	بالعملة المحلية					بالعملة الأجنبية	بالعملة المحلية	قوى كهربائية		وسائل نقل	
										عملة أجنبية	عملة محلية	عملة أجنبية	عملة محلية
	ن	ل	أ . ل	(لحـ — ل)	—	د	و/ن	صحـ	صح				
١	٢٠	٢٠٠٠	٤٠٠٠	٤٠٠	٣٠٠٠	١٥٠٠	٤٠٠	٧٠٠	٦٠٠	٢٥٠	١٠٠	٢٥٠	٥٠
٢	٢٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠	٥٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٤٥٠	٥٠٠	٢٠٠	٨٠	—	—
٣	١٥	٣٠٠٠	١٥٠٠	٢٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	—	٩٤٠	٦١٠	٥٠٠	٢٠٠	٥٠٠	١٠٠
٤(١)	٢٥	٥٠٠٠	٥٠٠٠	٥٠٠	٣٠٠٠	٥٠٠٠	٢٧٠٠	٢٥٠٠	١٨٠٠	١٠٠٠	٤٠٠	١٠٠٠	٢٠٠
٥(٢)	٢٥	٤٠٠٠	٨٥٠٠	٥٠٠	٤٠٠٠	٥٠٠٠	٢٧٠٠	٢٦٠٠	٢٢٠٠	٥٠٠	٢٠٠	١٠٠٠	٢٠٠
٦	١٥	١٥٠٠	١٥٠٠	١٥٠	٢٥٠	١٠٠٠	—	٣٢٥	٥٢٥	١٥٠	٦٠	—	—
٧	١٥	٤٥٠	١٠٥٠	١٠٠	٦٣٠	٦٠٠	٣٠٠	٢٥٠	٣٠٠	—	—	٢٠٠	٤٠
٨	٢٠	٨٠٠	١٢٠٠	١٠٠	٤٠٠	٧٠٠	٧٠٠	١٠٠	٣٤٠	٢٠٠	٨٠	١٠٠	٢٠
٩	١٥	٧٥٠	١٥٠٠	١٥٠	٦٠٠	٨٠٠	٣٩٠	٤٢٥	٤٢٥	٧٥	٣٠	٧٥	١٥
١٠	٢٥	٢٥٠٠	٣٥٠٠	٣٠٠	٢٠٠٠	١٥٠٠	٥٠٠	٢٥٠	٩٠٠	—	—	٢٥٠	٥٠
١١	١٠	١٢٠٠	١٣٠٠	١٠٠	١٢٠٠	٨٠٠	٢٠٠	٤٠٠	٣٥٠	١٢٠	٤٨	١٢٠	٢٤
١٢	١٠	٦٠٠	٤٠٠	٤٠	٣٠٠	٥٠٠	١٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٦٠	٢٤	٦٠	١٠
١٣	٥	١٠٠	٢٠٠	٢٠	١٥٠	٢٢٠	—	٩٠	٦٠	٢٠	٨	—	—
١٤	٨	٤٠٠	٢٠٠	٢٠	١٠٠	٣٠٠	١٠٠	١٥٠	١١٠	٤٠	١٦	٣٠	٦

(١) المشروعين ٤ و ٥ متبادلان أى أن المطلوب هو تنفيذ أحدهما وليس كليهما ..

(٢) تشمل تكاليف الانتاج الفوائد المصرفية لرأس المال . .

ملحوظة :

افترض ثبات الايرادات والتكاليف السنوية على مدى إخطار المشروعات . .

جدول

مصفوفة شروط الإنتاج :

(١) ١٠٠٠٠٠٠ ≥ ل١ + ل٢ + ل٣ + ل٤ + ل٥ + ل٦ + ل٧ +

(٢) ١٤٠٠٠٠٠ ≥ ٣,٠٠٠ل١ + ٢,٠٠٠ل٢ + ٠,٥٠٠ل٣ + ١,٠٠٠ل٤ + ٢,٢٥٠ل٥ + ١,٠٠٠ل٦ + ٢,٣٣٣ل٧ + ١,٥٠٠

(٣) ٠٠٠٠٠٠ ≥ ٠,١٢٥ل١ + ٠,٢٠٠ل٢ + ٠,١٦٧ل٣ + ٠,٢٠٠ل٤ + ٠,١٢٥ل٥ + ٠,١٠٠ل٦ + ٠,٢٥٠

(٤) ٠٠٠٠٠ ≥ ٠,١٢٥ل١ + ٠,١٦٧ل٣ + ٠,٢٠٠ل٤ + ٠,٢٥٠ل٥ + ٠,٤٤٥ل٧ + ٠,١٢٥

(٥) ٧٥٠٠٠٠ ≥ ١,٥٠٠ل١ + ٠,٥٠٠ل٢ + ٠,٥٠٠ل٣ + ٠,٦٠٠ل٤ + ١,٠٠٠ل٥ + ٠,٥٠٠ل٦ + ١,٤٠٠ل٧ + ٠,٥٠٠

(٦) ٠٠٠٠٠ ≥ ٠,٠٥٠ل١ + ٠,١٠٠ل٢ − ٠,٠٥٠ل٣ − ٠,٠٦٠ل٤ + ٠,٠٧٥ل٥ + ٠,٠٣٣ل٦ + ٠,٢١٠ل٧ − ٠,٢٠٠

(٧) ٠٠٠٠٠ ≥ −٠,١٥٠ل١ + ٠,٥٠٠ل٢ − ٠,٢٨٧ل٣ + ٠,٠٨٠ل٤ + ٠,١١٥ل٥ − ٠,٣٨٤ل٦ − ٠,٠٤٤ل٧ + ٠,١٧٥

(٨) ٠٠٠٠٠ ≥ −٠,١٠٠ل١ + ٠,٥٠٠ل٢ − ٠,٢٠٣ل٣ + ٠,١٨٠ل٤ + ٠,١٢٥ل٥ − ٠,٣٥٠ل٦ + ٠,١٥٠

(٩) ٢٠٠٠ ≥ ل١

(١٠) ١٠٠٠ ≥ ل٢

(١١) ٣٠٠٠ ≥ ل٣

(١٢) ٣٠٠٠ ≥ ل٤

(١٣) ٤٠٠٠ ≥ ل٥

(١٤) ١٥٠٠ ≥ ل٦

(١٥) ٤٥٠ ≥ ل٧

(١٦) ٨٠٠ ≥

(١٧) ٧٥٠ ≥

(١٨) ١٥٠٠ ≥

(١٩) ١٢٠٠ ≥

(٢٠) ٦٠٠ ≥

(٢١) ١٠٠ ≥

(٢٢) ٤٠٠ ≥

(٢٣) ٥٠٠٠ ≥ ل٤ ل٥

دالة الهدف = ٠,٣٩٦ل١ + ٠,٥٥٠ل٢ + ٠,٣٤٨ل٣ + ٠,٤٦٥ل٤ + ٠,٦٠٠ل٥ + ٠,٤٥٠ل٦ + ٠,٧٧٧ل٧ + ٠,٧٥٠

رقم (٣)

ل٨ + ل٩ + ل١٠ + ل١١ + ل١٢ + ل١٣ + ل١٤ + ل١٥ + ل١٦

ل٨ + ٢,٠٠٠ ل٩ + ١,٤٠٠ ل١٠ + ١,٠٨٣ ل١١ + ٠,٦٦٧ ل١٢ + ٢,٠٠٠ ل١٣ + ٠,٥٠٠ ل١٤ + ٠,٤٠٠ ل١٥ + ٠,٢٠٠ ل١٦

ل٨ + ٠,١٠٠ ل٩ + ٠,١٠٠ ل١١ + ٠,١٠٠ ل١٢ + ٠,٢٠٠ ل١٣ + ٠,١٠٠ ل١٤ — ل١٥

ل٨ + ٠,١٠٠ ل٩ + ٠,١٠٠ ل١٠ + ٠,١٠٠ ل١١ + ٠,١٠٠ ل١٢ + ٠,٠٧٥ ل١٤ — ل١٦

ل٨ + ٠,٨٠٠ ل٩ + ٠,٨٠٠ ل١٠ + ١,٠٠٠ ل١١ + ٠,٥٠٠ ل١٢ + ١,٥٠٠ ل١٣ + ٠,٢٥٠ ل١٤ + ٠,٤٠٠ ل١٥ + ٠,٢٠٠ ل١٦

ل٨ + ٠,٢٦٧ ل٩ — ٠,٠٦٠ ل١٠ + ٠,١٦٧ ل١١ — ٠,١٠٠ ل١٣ + ٠,٠٨٧ ل١٤

ل٨ + ٠,٠٨٧ ل٩ — ٠,٢٦٠ ل١٠ — ٠,٠٦٧ ل١١ ٠,٢٣٣ ل١٢ — ٠,١٠٠ ل١٣

ل٨ — ٠,٠٤٧ ل٩ — ٠,٠٦٠ ل١٠ — ٠,١٢٥ ل١١ — ٠,١٦٧ ل١٢ — ٠,٦٠٠ ل١٣ — ٠,٠٢٥ ل١٤

ل٨

ل٩

ل١٠

ل١١

ل١٢

ل١٣

ل١٤

ل٨ + ٠,٥٠٠ ل٩ + ٠,٤٩٨ ل١٠ + ٠,٣٠٥ ل١١ + ٠,٤٨٨ ل١٢ + ١,٢٩٠ ل١٣ + ٠,٣٣٤ ل١٤

جدول رقم (٢)

ويمكن استخلاص المعاملات المتعلقة لكل مشروع ، التى تتطلبها المصفوفة الرياضية
وكذلك متوسط العائد السنوى على الدخل القومى منسوبة إلى رأس المال المطلوب بالعملة الأجنبية

المشروع	أ	ب١٥	ب١٦	هـ	ع	ط	ك	متوسط العائد السنوى على الدخل القومى: منسوبة إلى لح	متوسط العائد السنوى على الدخل القومى: منسوبة إلى ل
١	٢,٠٠٠	٠,١٢٥	٠,١٢٥	١,٥٠٠	٠,٠٥٠	-٠,١٥٠	-٠,١٠٠	٠,٣٣٠	٠,٣٩٦
٢	٢,٠٠٠	٠,٢٠٠	—	٠,٥٠٠	٠,١٠٠	٠,٥٠٠	٠,٥٠٠	٠,٤٥٨	٠,٥٥٠
٣	٠,٥٠٠	٠,١٦٧	٠,١٦٧	٠,٥٠٠	-٠,٠٥٠	-٠,٢٨٧	-٠,٢٠٣	٠,٣٢٦	٠,٣٤٨
٤	١,٠٠٠	٠,٢٠٠	٠,٢٠٠	٠,٦٠٠	-٠,٠٦٠	٠,٠٨٠	٠,١٨٠	٠,٤٥٥	٠,٤١٥
٥	٢,٢٥٠	٠,١٢٥	٠,٢٥٠	١,٠٠٠	٠,٠٧٥	٠,١١٥	٠,١٢٥	٠,٥٣٣	٠,٦٠٠
٦	١,٠٠٠	٠,١٠٠	—	٠,٥٠٠	٠,٠٣٣	-٠,٣٨٤	-٠,٣٥٠	٠,٤١٠	٠,٤٥٠
٧	٢,٣٣٣	—	٠,٤٤٥	١,٤٠٠	٠,١١٠	-٠,٠٤٤	—	٠,٦٣٦	٠,٧٧٧
٨	١,٥٠٠	٠,٢٥٠	٠,١٢٥	٠,٥٠٠	-٠,٢٠٠	٠,١٧٥	٠,٤٥٠	٠,٦٦٧	٠,٧٥٠
٩	٢,٠٠٠	٠,١٠٠	٠,١٠٠	٠,٨٠٠	٠,٢٦٧	٠,٠٨٧	-٠,٠٤٧	٠,٤١٥	٠,٥٠٠
١٠	١,٤٠٠	—	٠,١٠٠	٠,٨٠٠	-٠,٠٦٠	-٠,٢٦٠	-٠,١٦٠	٠,٤٤٦	٠,٤٠٨
١١	١,٠٨٣	٠,١٠٠	٠,١٠٠	١,٠٠٠	٠,١٦٧	-٠,٠٦٧	-٠,١٢٥	٠,٢٨٢	٠,٣٠٥
١٢	٠,٦٦٧	٠,١٠٠	٠,١٠٠	٠,٥٠٠	—	-٠,٢٢٣	-٠,١٦٧	٠,٤٥٨	٠,٤٨٨
١٣	٢,٠٠٠	٠,٢٠٠	—	١,٥٠٠	-٠,١٠٠	-١,١٠٠	-٠,٦٠٠	١,٠٨٠	١,٢٩٠
١٤	٠,٥٠٠	٠,١٠٠	٠,٠٧٥	٠,٢٥٠	٠,٠٨٧	—	-٠,٠٢٥	٠,٣١٨	٠,٣٣٤
١٥ (١)	٠,٤٠٠	—	—	٠,٤٠٠	—	—	—	—	—
١٦ (٢)	٠,٢٠٠	—	—	٠,٢٠٠	—	—	—	—	—

(١) متوسط العائد السنوى على الدخل القومى منسوباً إلى (ل) = متوسط العائد السنوى منسوباً إلى (لح) × $\frac{لح}{ل}$

(٢) المعاملات (أ) ، (هـ) بالنسبة للخدمات المباشرة المطلوبة مفترضة فى هذا الجدول .

ومجموعة العلاقات السابقة تعطينا المادة اللازمة لحل المشكلة بطريقة البرامج الخطية ومع زيادة عدد المشروعات المراد انتخاب أفضلها وزيادة الاشـــتراطات المطلوبة من البرنامج المنتخب الوفاء بها ، يتطلب الأمر استخدام الأجهزة الحاسبة الإلـكترونية لتوفير الوقت والجهد المبذول فى الحل؛ خصوصاً وأن الأمر قد يستلزم ، على ضوء تحليل النتيجة التى يحصـل عليها ، إجراء بعض التعديلات فى الشروط الموضوعة ، والتغيير فى المبالغ الاسـتثمارية المطلوبة لبعض المشروعات بالزيادة أو النقص كلما كان ذلك ممكناً لتوسـيع الاختناقات التى تتكشف .

فقد يتضح لنا من نتيجة الحل الأول أن الشرط الموضوع لضمان عدم التضخم الناشىء من زيادة التكلفة بالعملة ؛ يمثل عنق زجاجة بالنسبة للمشكلة بحيث لا يمكننا من استغلال رأس المال المتوفر للاستثمار بأكمله . وهنا قد يمـكن إعادة النظر للتجاوز فى احتساب سعر تحويل العملة المحلية إلى عملة أجنبية على أساس السعر الرسمى ؛ وبحيث لا يتعدى هذا التجاوز سعر السوق .

وقد نجد أن عنق الزجاجة الأول للمشكلة هو رأس المال بالعملة الأجنبية أو بالعملة المحلية ؛ وهنا يمكن بحث الحصول على قروض أجنبية أو محلية بسعر الفائدة السائد لإمـكان استكمال عدد من المشروعات التى تضيف لحجم الاستثمار . وهكذا يتطلب كل تعديل إعادة الحل والجهاز الحاسب الألـكترونى يجعل الأمر يسيراً ؛ حيث إعادة الحل لا يتطلب إلا عمل التعـــديل اللازم فى النموذج الرياضى الموضوع (المصفوفة) ؛ على ضوء ما يتم من دراسة ، ثم إعادة تغذية الحاسب الإلـكترونى به للوصول إلى حل جديد الأمر الذى لا يستغرق إلا دقائق معدودة .

ويمكن تضمين مصفوفة شروط الإنتاج أية اعتبارات أخرى اجتماعية وسياسية وخلافه حسب ما تتطلبه الظروف الخاصة بالدولة المستثمرة ؛ كما يمكن معالجتها لتفاصيل أدق مما تناوله المثال الوارد فى هـذا البحث ؛ والذى قصد منه التعريف بوسيلة التطبيق بصورةعامة .

وغنى عن الذكر ، ضرورة تقصى الدقة فى تقدير حجم الاســـتثمار المطلوب لـكل مشروع بنوعيه ، وكذا تقدير الإيرادات المنتظرة منه وكذا المصروفات التى يتطلبها ، الأمر الذى إذا أغفل قد يؤدى فى مرحلة التخطيط إلى تفضـيل مشروعات هى فى واقعها أقل نفعاً من غيرها روعيت الدقة أو اتخذ جانب الحيطة فى تقديراتها .

والنتائج التى نحصل عليها بحل مصفوفة شروط الإنتاج تزودنا ببيانات تخطيطية هامة ، حيث تكشف لنا القيود التى تعوق التوسيع فى عمليات الاستثمار ، مما يدعو إلى الإعداد اللازم لها فى البرامج المسـتقلة بغرض تحقيق انتفاع أفضل بغرض الاستثمار المتاحة .

كما أنها تزودنا بالبيانات اللازمة لتحديد مسـتوى الضرائب على الإنتاج مقارنة بالرسوم الجمركية التى تفرض على السلع البديلة المستوردة بغرض تحقيق التوازن المطلوب بين العرض والطلب فى إطار الاقتصاد العام

قياس معدل نمو الدخل القومى الناتج عن تنفيذ البرنامج المنتخب :

بانتخاب البرنامج الأفضل للاستثمار يمكن حساب معدل نمو الدخل القومى الناتج عن تنفيذه بحساب المتوسط السنوى لما يضيفه كل مشروع على حدة إلى الدخل القومى أى القيمة الصافية منه بعد احتساب استهلاك الأصول بالعملة الأجنبية.

$$\frac{\text{دً} - (\text{ص حـ} + \text{ل حـ})^{(1)}}{\text{ن}}$$

ومجموع هذه المتوسطات يعطينا المتوسط السنوى الإجمالى لما يضيفـه البرنامج المنتخب إلى الدخل القومى (٢)م الذى إذا قسمناه على إجمالى الدخل القومى فى سنة الأساس نحصل على معدل النمو الناتج من وضع هذا البرنامج موضع التنفيذ ولنرمز له بالرمز (دً)

ونحصل على نفس النتيجة إذا قسمنا هذا المتوسط على على إجمالى رأس المال المطلوب بالعملة الأجنبية لمشروعات الإنتاج (لا يشمل رأس المال المستخدم فى الخدمات) ثم ضرب الناتج فى نسبة رأس المال هذا إلى الدخل القومى فى سنة الأساس. فإذا فرضنا أن نسبة رأس المال بالعملة الأجنبية المستثمر سنوياً تعادل ١٠٪ من الدخل القومى فى نفس السنة، وكانت نسبة العائد من البرنامج الاستثمارى المنتخب منسوبة إلى رأس المال بالعملة الأجنبية تعادل ٥٠٪ مثلا، فان نسبة العائد من البرنامج منسوبة إلى الدخل القومى، أى معدل النمو الناتج من تنفيذ البرنامج، تساوى حاصل ضرب النسبتين أى ٥٪.

ومعدل النمو المطلوب لمضاعفة الدخل القومى فى ١٠ سنوات، يساوى ٧,٢٪ تقريباً (د) الذى يحقق المعادلة التالية:

$$٢ = (١ + دَ)^{١٠}$$

١ — يتعين احتساب استهلاك الأصول فى حسابنا للعائد الصافى الذى يمثل إضافة فعلية للدخل القومى؛ كما تنتفى الحاجة إلى الأخذ فى الاعتبار بالعامل الزمنى بخلاف ما يتطلبه معيار أفضلية الاستثمار.

٢ — اختلاف أعمار المشروعات المنتجة لا يؤثر على سلامة احتساب المتوسط السنوى الإجمالى على هذا الأساس حيث أن البرنامج له صفة الاستمرار بمعنى أنه كلما استهلك أحد المشروعات المكونة له يعاد إنشاء بديل له.

والمعدل (دَ) حسب التعريف، يعتمد على كفاءة الاستثمار أى نسبة العائد السنوى منه، كما يعتمد على نسبة الاستثمار الصافى الجديد إلى الدخل القومى، ويتطلب الأمر الموازنة بين هذين العاملين للوصول إلى معدل النمو المراد تحقيقه.

وإلى جانب ما يحققه الاستثمار الجديد من نمو فى الدخل القومى، فان المعدل الإجمالى للنمو يعتمد كذلك على زيادة كفاءة الإنتاج القائم، ولكن تقدير أثر هذه الزيادة على معدل النمو لا يكون مطلقاً، بل يجب قياس أثره بالنسبة لما يحققه الإنتاج العالمى من زيادة فى الكفاءة نتيجة للتقدم التكنولوجى الفائق السرعة، ونتيجة تطور الأسس العلمية للادارة. ويتطلب الأمر الحرص على مجاراة التطور فى كفاءة الإنتاج العالمى، لتفادى الأثر السلبى على معدل النمو الناتج عن التخلف فى هذا المجال.

والإحصاء الأخير فى الجمهورية العربية المتحدة يدل على أن المعدل السنوى لنمو السكان خلال الستة سنوات الماضية كان حوالى ٢,٤٪، وهو بالتالى الحد الأدنى لمعدل نمو الدخل القومى السنوى الذى يضمن عدم تدهور مستوى المعيشة عن مستواه الحالى.

معايير قياس كفاءة الإنتاج:

إذا كان تقديرنا لأولوية المشروعات للاستثمار هو على أساس ما يعود منها على الدخل القومى وليس ما تعود به من ربح صافى، فانه يتحتم أن تكون متابعة نجاح هذه المشروعات مبنية على نفس هذا الأساس وإلا افتقد ناتج أثر هذه المشروعات فى تنمية الدخل القومى، وقد سبق أن بينا التناقض الكبير بين هذين المعيارين.

لذا يجب علينا أن نحلل أوجه النشاط الاقتصادى المختلفة على نفس الأسس الواردة فى هذا البحث، تحليلا دقيقاً، من حيث طبيعة إيراداتها ومصروفاتها بحيث يمكن قياس مدى مساهمتها فى زياده الدخل القومى وهو المعيار السليم لقياس كفاءتها.

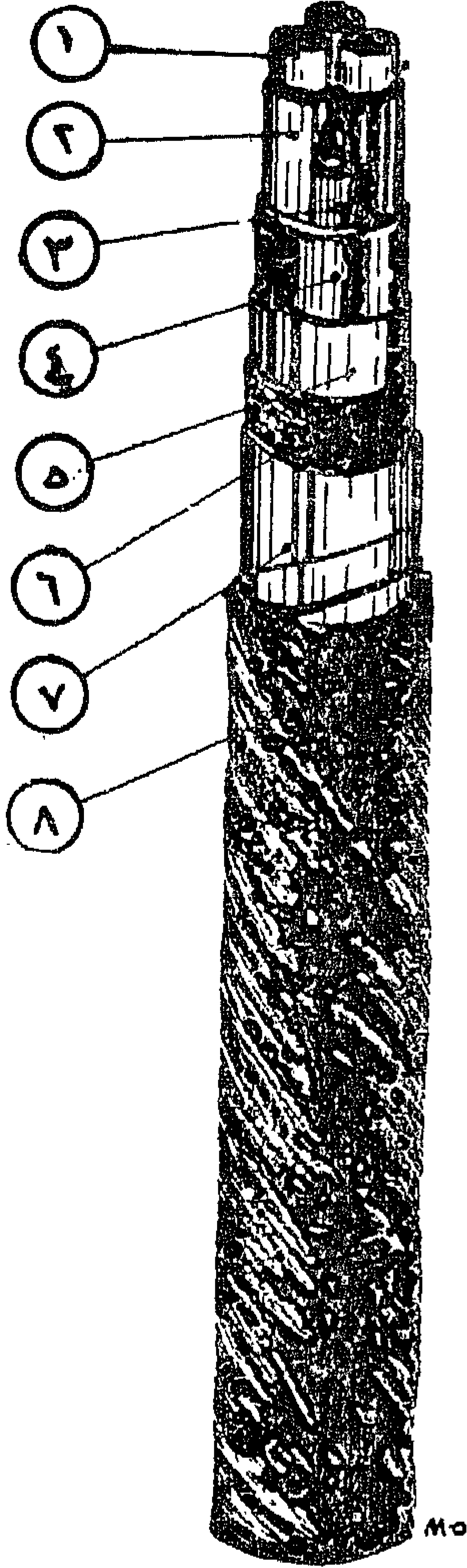
وهذا لا يعنى التغاضى عن أهمية الحوافز المادية للانتاج بل على العكس ، فان الحوافز المادية ضرورة أساسية لدفع عجلة الإنتـاج ، ولـكن تقديرها ينبغى ألا ينبنى على الربح المطلق الذى يمثل فى غالبية الأحوال معياراً عكسياً لـكفاءة الإنتاج بالنسبة لاقتصاد نامى موجه ، تنقل فيه أو تكاد تنعدم المنافسة الحرة ، وهى كما سبق الاشارة ضرورة تحتمها حماية الصناعة النامية .

ولا تقتصر متابعة النجاح على الـكم ، فان قيمة الإنتاج الحقيقية يحددها الـكم والنوع معاً خصوصاً بالنسبة للسلع المنتجة بغرض التصدير .

وفى غياب نظام شامل للأسعار ، يقيم إنتاج القطاعات المختلفة بمقياس علمى موحد متـكافىء ، فان متابعة نجاح المشروعات على أساس ما تدر من ربح مطلق لا يقتصر خطره على ما فى ذلك من حيد عن الأهداف الحقيقية للنمو بل إن الخطر الأكبر هو ضياع الطاقة الانتاجية للدولة فى صراع داخلى على تحقيق أهداف ذاتية لـكل قطاع على حساب القطاعات الأخرى ، بل أن القطاع الواحد لا يخلو من هذا الصراع الداخلى بين أوجه نشاطه المختلفة المتكاملة . ويضيع وسط هذا الصراع الوهمى الهدف الحقيقى وهو زيادة الدخل القومى الذى لا يمكن أن تحققه مكاسب قطاع معين على حساب القطاعات الأخرى التى تعمل فى إطار الاقتصاد القومى . وحتى لو كان هذا الـكسب من المستهلك المحلى للسلع النهائية ما لم تـكن أسعار البيع محددة على أساس الأسعار العالمية التى يمكن بها استيراد هذه السلع من الخارج حيث أن الإيرادات التى تحقق زيادة عن القيمة الحقيقية للانتاج التى يحددها السعر العالمى تساهم فى زيادة التضخم ، الذى يشكل أكبر الخطر على اقتصاد الدول النامية .

تطور صناعة الكابلات الكهربائية

للمهندس حسن عبد الفتاح
رئيس مجلس إدارة
شركة الكابلات الكهربائية



كابل مسلح معزول بالورق

١ — مقدمة :

لقد تميز القرن العشرين بأنه منطلق التطوير فى الصناعات عموماً ، ولقد خطت صناعة الكابلات المعزولة خلال النصف الأخير من هذا القرن بطفرت رائعة توالى فيها تسجيل النجاحات فى صناعة الكابلات واقتصادياتها .

وقد بدأت صناعة الكابلات المعزولة ما بين عام ١٨٣٠ — ١٨٤٠ على هيئة موصلات نحاسية مغلفة بالحرير ثم استخدمت أول محاولة لصناعة الكابلات الأرضية بعزل الموصلات النحاسية بمادة مطاطية توضع داخل ممرات أو فى أنابيب مليئة بمادة عازلة ، وبعد عدة تجارب نجحت المحاولات فى وضع غلاف من الرصاص حول الكابلات المعزولة لحمايتها ولإمكان استخدامها كموصلات أرضية بأمان وذلك بلفها بأشرطة من الرصاص ثم سحبها حتى ينطبق غلاف الرصاص على الكابل إلى أن انتهت إلى الحصول على أنبوبة مستمرة من الرصاص منطبقة على الكابل باستخدام المكابس الهيدروليكية ، وقد صاحب هذا النجاح استبدال مادة العزل القديمة بالورق المشبع بالزيت وبذلك بدأت صناعة الكابلات منطلقة فى تطور حقيقى وأمكن صناعة كابلات متعددة الأنواع ولمختلف الضغوط .

وتنوعت مواد العزل واختلفت أغراضها إلا أنها تشترك جميعها فى الوفاء بخواص معينة لنقل الجهد الكهربى منها :

١ — ضمان حمل التيار الكهربى بأمان حتى أقصى جهد أسمى بين الموصلات .

٢ — تحمل درجة الحرارة المتولدة من مرور التيار الكهربائى وبالموصل .

٣ — قابلية تحمل الارتفاع فى درجة الحرارة الناتجة عن الحمل الزائدة للمدة المحددة .

٤ — أقل فقد كهربى ممكن أثناء التشغيل .

٥ — قابلية للشد والثنى واللى عند الرمى والتركيب .

٦ — كفاءة فى الاحتفاظ بخواصه فى الظروف المصمم لها .

٧ — مقاومة للمؤثرات الخارجية مثل التآكل الكيميائى أو هجوم الكائنات الحية الدقيقة .

٢ — مكونات الكابلات الكهربائية المسلحة :

يبين شكل (١) المكونات الأساسية لكابل مسلح معزول بالورق ، وهى تشمل :

١ — الموصل
٢ — الورق العازل
٣ — حشو من فتلات الجوت
٤ — حزام من الورق العازل
٥ — غلاف من الرصاص
٦ — بطانة من الورق والجوت والبيتومين
٧ — شريطين من الصلب للتسليح
٨ — وقاية خارجية من الجوت والبيتومين

٣ — طرق الصناعة :

١ر٣ — الموصل :

يتكون الموصل من :

١ — أسلاك النحاس الكهربى .

٢ — أسلاك الألومنيوم ٣/٤ ناشف .

والنحاس هو الخامة الرئيسية لصناعة الأسلاك الكهربائية . ويجب أن يكون النحاس نقياً نقاوة تامة ٩٩,٩٨٪ ويتم إنتاجه بطريقة التحليل الكهربى — والنحاس هو أفضل المعادن لتوصيل التيار الكهربى بعد الفضة .

وقد شاع استخدام الألومنيوم فى السنوات الأخيرة بدلا من النحاس نظراً لاضطراد ارتفاع أسعاره .

وتبلغ درجة نقاوة الألومنيوم ٩٩,٥٪ والمعروف أن الألومنيوم يمتاز بخفة وزنه (⅓ وزن النحاس) ولكنه أقل فى خاصية نقل التيار الكهربائى حيث تصل إلى ٦١٪ من النحاس . كما أن قوة شدة الألومنيوم أقل من النحاس فلا يحتمل الشد الكبير .

ويبين جدول (١) مقارنة بين الخواص الطبيعية لكل من النحاس والألومنيوم .

السحب :

وتتحول كل من تماسيح النحاس أو كتل الألومنيوم إلى أسلاك يتراوح قطرها من ٨ - ١٠ مم بدرفلة هذه الكتل على الساخن .

ثم تجرى عملية الشطف على أسلاك النحاس أولا لإزالة الأكاسيد المتكونة عليها أثناء عملية الدرفلة .

ثم تسحب أسلاك النحاس أو الألومنيوم بعد ذلك بإمرارها فى آلات سحب سريعة تحتوى على عدد من الفليرات يضيق قطر كل منها فى تسلسل خاص يتناسب مع قطر السلك فى البداية حتى ينتهى إلى قطر محدد .

المعروف أن عمليات السحب تعطى إجهاد للسلك بحيث تزداد قوة شده وفى الأسلاك النحاس تصل قوة الشد بعد السحب إلى حوالى ٣٨ — ٤١ كجم/مم٢ وبسبب صلابة السلك يلزم ضرورة تخمير السلك لتليينه .

وتجرى عملية تخمير الأسلاك النحاس فى أفران التخمير بمعزل عن الهواء وفى جو مفزع من التأكسد .

ويلاحظ أن السلك بعد التخمير قد أصبح ليناً وبذلك يسهل ثنيه عما كان عليه قبل التخمير . كما أنه يصبح أكثر قابلية للاستطالة . وبعد ذلك عملية التخمير تصل قوة الشد إلى حوالى ٢٤ كجم/مم٢ كما تقل قوة الاستطالة من ٥ — ١٠٪ (فى السلك الناشف) إلى ٤٠٪ فى السلك المخمر .

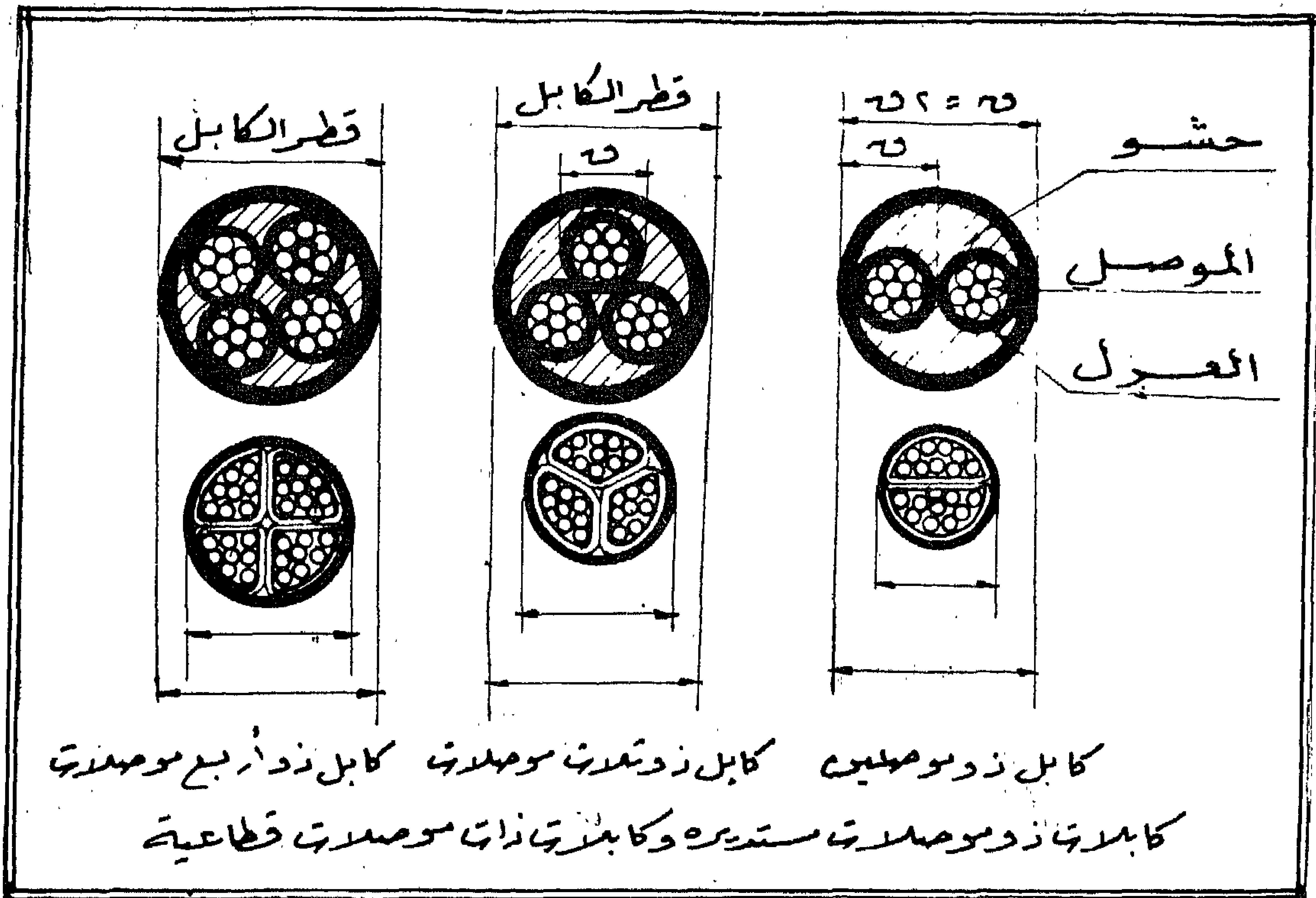
أما السلك الألومنيوم فيسحبه إلى المقاسات المطلوبة يصل إلى ما يسمى ٣/٤ ناشف .

وقد وجد أخيراً أن قوة الشد المذكورة مفضلة فى استخدامها فى الموصلات بدلا من تخمير السلك الألومنيوم وتخفيض قوة الشد إلى ٧ — ١٠ كجم/مم٢ .

جدول رقم (١)

مقارنة بين الخواص الطبيعية لكل من النحاس والألومنيوم

الخواص الطبيعية	النحاس المخمر	الألومنيوم ٣/٤ ناشف
النقاوة	٩٩,٩٨	٩٩,٥
الوزن الذرى	٦٣,٥٧	٣٧
درجة الانصهار ° م	١٠٨٣	٦٦٠
الكثافة عند ٢٠° م جم	٨,٨٩	٢,٧
جهد القطع كجم / مم٢	٢٢ — ٢٨	١٢ — ١٥
معامل المرونة كجم / مم٢	١٢٠٠٠	٦٥٠٠
المقاومة عند ٢٠° م أوم . مم٢ / متر	٠,٠١٧٢٤	٠,٠٢٨٥٧



الجدل :

تجدل بعد ذلك الأسلاك للحصول على كابلات ذات مقاطع أكبر ومن المعروف أن عملية الجدل تعطى للموصل مرونة كبيرة مما لو استعمل سلك بنفس المقطع هذا ومن الأفضل جدل الأسلاك على شكل قطاعى حتى يمكن التخلص من الفراغات التى تنشأ داخل الكابلات ذات الموصلات المستديرة والتى كانت تملأ عادة بالجوت أو الورق المبروم وفى تقليل المساحة بهذا الشكل يمكن توفير المواد المستخدمة فى الحزام وغلاف الرصاص والبطانة وشريط التسليح الخ . . .

٣ر٢ — العزل :

(ا) الورق العازل :

يتكون ورق الكرافت المعد للحقن بالزيت والذى يستخدم كعازل من عجينة نقية مكونة بإذابة ألياف فصائل خاصة من الأخشاب فى محلول الصودا الكاوية . ثم معالجتها كيميائياً حتى تصبح نقية خالصة من كل الشوائب والدهون . وتتوقف قدرة ورق العزل كهربياً وعلى قدر ما يتميز به من نقاوة وتجانس .

(ب) زيت الحقن :

تستخلص الزيوت المستخدمة فى حقن ورق الكابلات بواسطة عملية تقطير للبترول الخام وتختلف خواص زيت الحقن الطبيعية والكهربية طبقاً لدرجة ومقدار النقاوة — وتضاف نسبة معينة من القلفونية إلى زيت الحقن المستخلص من البترول لإكسابه قدرة على البقاء دون سيولة داخل مسام الورق عند ارتفاع درجة حرارة الموصل دون أن تزيد من صلابة ورق العزل المحقون فى حالة برودته .

وقد استخدمت فى الأعوام الأخيرة أنواع من زيت الحقن الصناعى يتميز بثبات أكبر لمعامل الفقد الكهربى ولا يحتوى على مادة القلفونية ومن مميزاته أنه يظل لدناً فى درجة الحرارة العادية ويحتفظ بدرجة لزوجة كافية لمنع تسرب الزيت عند ارتفاع درجة حرارة الموصل . ومن ثم يحد من احتمال تسرب الزيت من مسام ورق العزل .

وزيت الحقن العادى يستخدم فى الكابلات التى تدفن أفقية أما إذا أريد استخدام الكابلات فى أوضاع رأسية فمن الضرورى استخدام نوع خاص من الزيت غير القابل للتسرب .

ويلزم النص على ذلك ومن الطبيعي أنه يمكن استخدام كابلات معزولة بالبلاستيك كبديل أفضل . ويرد العزل على هيئة لفات بعرض ٧٠ سم وتقطع بواسطة ماكينات خاصة تحوله إلى أشرطة مختلفة العرض من ١٥ — ٢٢ مم طبقاً لقطر الموصلات التي ستعزل .

(ج) البوليفنيل كلوريد :

تستعمل مادة البوليفنيل كلوريد كمادة عزل للموصلات الكهربائية وهى تمتاز بخواص كهربية تماثل الورق المحقون بالزيت فضلا عن أنها تمتاز ببعض الخواص الميكانيكية مثل المرونة ومناعتها لنفاذ الغازات وعدم تأثرها بمعظم المنتجات الكيمائية العادية .

وتمتاز مادة البوليفنيل كلوريد بالآتى :

— لا تقبل سريان الحريق .

— لا تتأثر بالمياه ولا الرطوبة .

— لا تتأثر بالحرارة .

— لا تتأثر بزيوت التشحيم .

— لا تتأثر بالأحماض ولا بالقلويات .

— لا تتأثر بالمواد المذيبة مثل الكحول والبنزين والمازوت .. إلخ .

(د) البوليثلين :

وهى مادة شفافة شمعيــة اللون أمكن استخدامها فى عزل الموصلات حتى ٦٦ ك ف إلى جانب استخدامها كغلاف فى بعض أنواع الكابلات ونظراً لمرونتها وعدم نفاذيتها للماء .

والبوليثلين يصنع من الإثيلين ويمكن إنتاج درجات مختلفة من البوليثلين تختلف صلابتها ومرونتها ودرجة كثافتها حسب طريقة الصنع . ونظراً لأن مادة البوليثلين تمتــاز باحتفاظها بخواصها الكهربائية عند الترددات العــالية فهى تستخدم كأساس لعزل الكابلات ذات التردد والضغوط العالية .

٣و٣ — الغلاف :

يستخدم الرصاص النقى حتى درجة ٩٨٥و٩٩ فى تغليف الكابلات المحقونة بالزيت حفاظاً لمادة العزل من المؤثرات الخارجية كالإجهادات الميكانيكية والاهتزازات .

وفى الحالات التى يتعرض فيها الكابل لعمليات نقل طويلة أو يركب بجوار السكة الحديد مما يعرضه لاهتزازات مستمرة فإنه من الأفضل استخدام كابلات مغلفة بسبيكة الرصاص انتيمونى حيث يضاف إلى الرصاص النقى نسبة من الأنتيمونى حوالى ٦و٠ — ٩و٠٪ حيث أن الأنتيمونى يعطى للرصاص درجة من الصلابة تجعله أكثر تحملا لمقاومة الإجهادات الميكانيكية .

وقد استخدم الألمونيوم بكثرة فى السنوات الأخيرة فى تغليف الكابلات بعد أن كان الرصاص هو المجال الوحيد فى تغليف الكابلات المعزولة بالورق ففى سنوات ما بعد الحرب العالمية الثانية تعذر الحصول على الكثير من المواد الخام اللازمة للصناعة وارتفع تبعاً لذلك أسعار الرصاص ارتفاعاً كبيراً مما حدا برجال صناعة الكابلات فى البحث عن معدن آخر يحل محل الرصاص فى تغليف الكابلات .

٤و٣ — الحماية الميكانيكية :

لحماية الكابلات من المؤثرات الميكانيكية توضع طبقتان من شريط الصلب ذات عرض وسمك مناسب لقطر الكابل فوق غلاف الرصاص لحمايته وتحسين خواصه فى تحميل الإجهادات الميكانيكية عند وضع الكابل فى الأرض .

وتصنع شرائط الصلب من ألواح الصلب الطرى المسحوب على البارد وتغطى شرائط الصلب بطبقة من البيتومين قبل لفهــا على الكابلات وذلك لحمايتها من التأكسد أو التآكل .

وعادة توضع طبقات من الورق والجوت المشبعان بمواد عازلة للرطوبة (البيتومين) تحت شريط الصلب فى الكابلات المختلفة بالرصاص بالإضافة إلى طبقة من الجوت المشبع بالبيتومين فوق شريط الصلب لحمايته من التآكل السريع من المؤثرات الجوية .

وفى بعض الحالات فى الأراضى الملحية يستحسن استخدام الكابلات المحمية بغلاف من البلاستيك فوق شريط الصلابة نظراً لعدم تأثر البلاستيك بالأملاح والأحماض .

٤ — لحام ووصل الكابلات ذات الموصلات من الألومنيوم :

ظل انتشــار استخدام الكابلات ذات الموصلات الألومنيوم محدوداً بعض الوقت بسبب بعض الصعوبات التى نشأت عند لحام وتوصيل

الكابلات ببعضها و تكوين تفريعات منهـا . ولم يستغرق البحث للتغلب على هـذه الصعوبات وقتاً طويلا .. أصبحت بعدها عمليات اللحام والتوصيل شيئاً يسيراً بل لا تختلف كثيراً عن لحام توصيل غيره من المعادن إذا أخذت فى الاعتبار خواص معدن الألومنيوم الطبيعية والكيمائية ومما تستلزمه من توافر معدات وأجهزة مناسبة .

فإحدى خواص الألومنيوم المعروفة هى سرعة تكوين طبقة أكسيد شفافة فوق السلك بمجرد تعرضه للهواء ، وفى حين تبدو فائدة هذه الطبقة فى الموصلات العارية إلا أنها تسبب بعض المتاعب فى الكابلات المعزولة ، فهى ذات قدرة عالية كعازل كهربى . صلبة . شفافة .. ذات مقاومة عالية للصدأ ولها درجة انصهار تزيد عن ٢٠٠٠°م أى ما يزيد على ثلاثة أمثـال درجة انصهار معدن الألومنيوم نفسه ٦٦٠°م .

ولذلك فإنه ينبغى لإجراء عمليات اللحام التخلص من هذه الطبقة تخلصاً تاماً حيث أنها كمادة عازلة ولارتفاع انصهارها قد تتواجد كشوائب غير منصهرة ومنتشرة داخل منطقة اللحام مما يحد من قدرة الموصل الميكانيكية .

وتختلف طرق إزالة هذه الطبقة تبعاً لطريقة اللحام ونوع المادة المضافة .. وأفضل الطرق للحام الموصلات الألمونيوم هى إضافة كمية من معدن الموصل المنصهر أو من سبيكة تماثله لتملأ فراغاً بين الأجزاء المراد لحامها بعد رفع درجة هـذه الأجزاء حتى تنصهر وتخلط مع المادة المضافة .. مع تحريكها ميكانيكياً أثناء عمليـة الإنصهار حتى تتكسر القشرة السطحية من الأكسيد وتتحلل ويتماسك المعدن بعد فترة من التبريد فى الجو الطبيعى يبدو بعدها الموصل متجانساً ومحتفظاً بقدرته على التوصيل الكهربائى وخواصه الطبيعية .

وقد استخدمت فى الأونة الأخيرة فى كثير من بلاد العالم طريقة التوصيل على البارد باستخدام مكابس ميكانيكية بسيطة وسهلة التناول لإحداث قدر من التضاغط بين الأجزاء المراد توصيلها تكفى لتمزيق غلاف الأكسيد المتكون على مفردات الموصل يسهل بعدها التصاق الألومنيوم ببعضه على طرفى الموصل أو بنهايته .

وهذا النوع من التوصيل سهل التنفيذ وبسيط ولا يحتاج إلى مهارة فائقة من العامل فضلا عن أنه على درجة عالية من الكفاءة والأمان .

REFERENCES

1 — Andrew G. M. and Johnson Jr. J. M. : Gust Alleviator and rigidity augmentor for supersonic airplanes. Aero-Space Eng., May, 1962.

2 — Adkins C. N. : Rocket design for a specified trajectory. Jour. Space and Rock. March-April, 1965.

3 — Eriscon L. E. : Aeroelastic instability caused by slender payloads. Jour. Space and Rock. Jan. 1967.

4 — Bos W. F. : Design of rockets for maximum payload energy. Journal of spacecraft and rockets, Dec. 1966.

5 — Gowariker V. R. : Mechanical and chemical contributions to the erosion rates of graphite throats in rocket motor nozzles. Jour. Spacecraft and rockets, Oct. 1966.

6 — Hopkins H. G., Lockett F. J. and Vernon J. H. C. : Some studies of gravitational loads on U. K. solid propellant rocket grains. Jour. of Spacecraft and rockets, Sep. 1966.

7 — Anderws J.S. : Effects of transonic buffetting on a hammerhead-shaped payload. Jour. of Spacecraft and rockets, Aug. 1966.

8 — Kalt S. and Badal D.L. : Conical rocket nozzle performance under flow separated conditions. Jour. of Spacecraft and rockets, E.N., May-June, 1965.

9 — Bonin J. H., Coates R. L. and Cohen N. S. : Thrust magnitude and restart control of solid motors by injection of hypergolic fluids. Jour. of Spacecraft and rockets, March, 1967.

10 — Berl W. G. : Instability in solid rockets. Astronautics and Aeronautics, Feb., 1965.

11 — Mello J. F. and Sivier K. R. : Supersonic induced rolling moment characteristics of cruciform wing body configurations at high angles of attack. Aero-Space Eng., July, 1961.

12 — Lindorfer W. and Nathan A. : Optimization of missile intercept range, Aero-Space Eng., May 1962.

13 — Nicolaides J. D. : Lecture notes on missile dynamics.



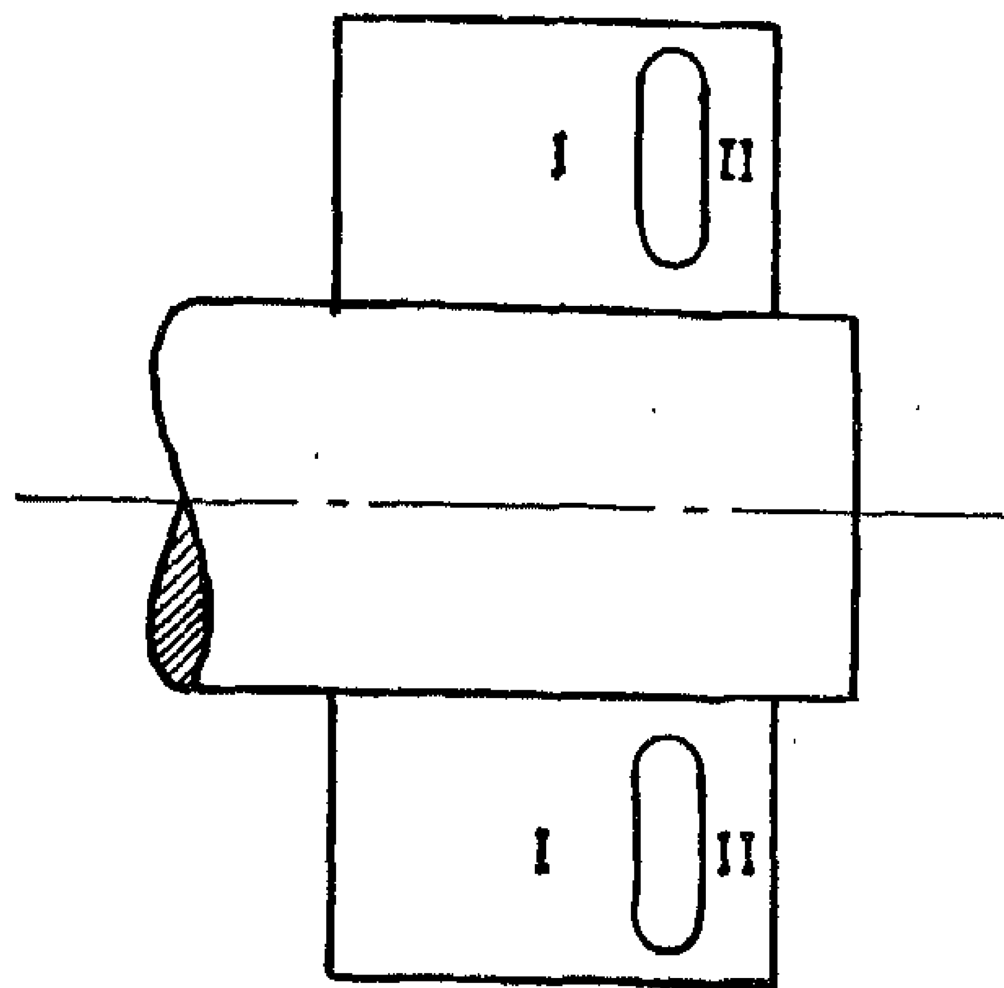


Fig. 19

Whereas, the increase in the normal force coefficient is due to increasing the effective angle of attack of portion II.

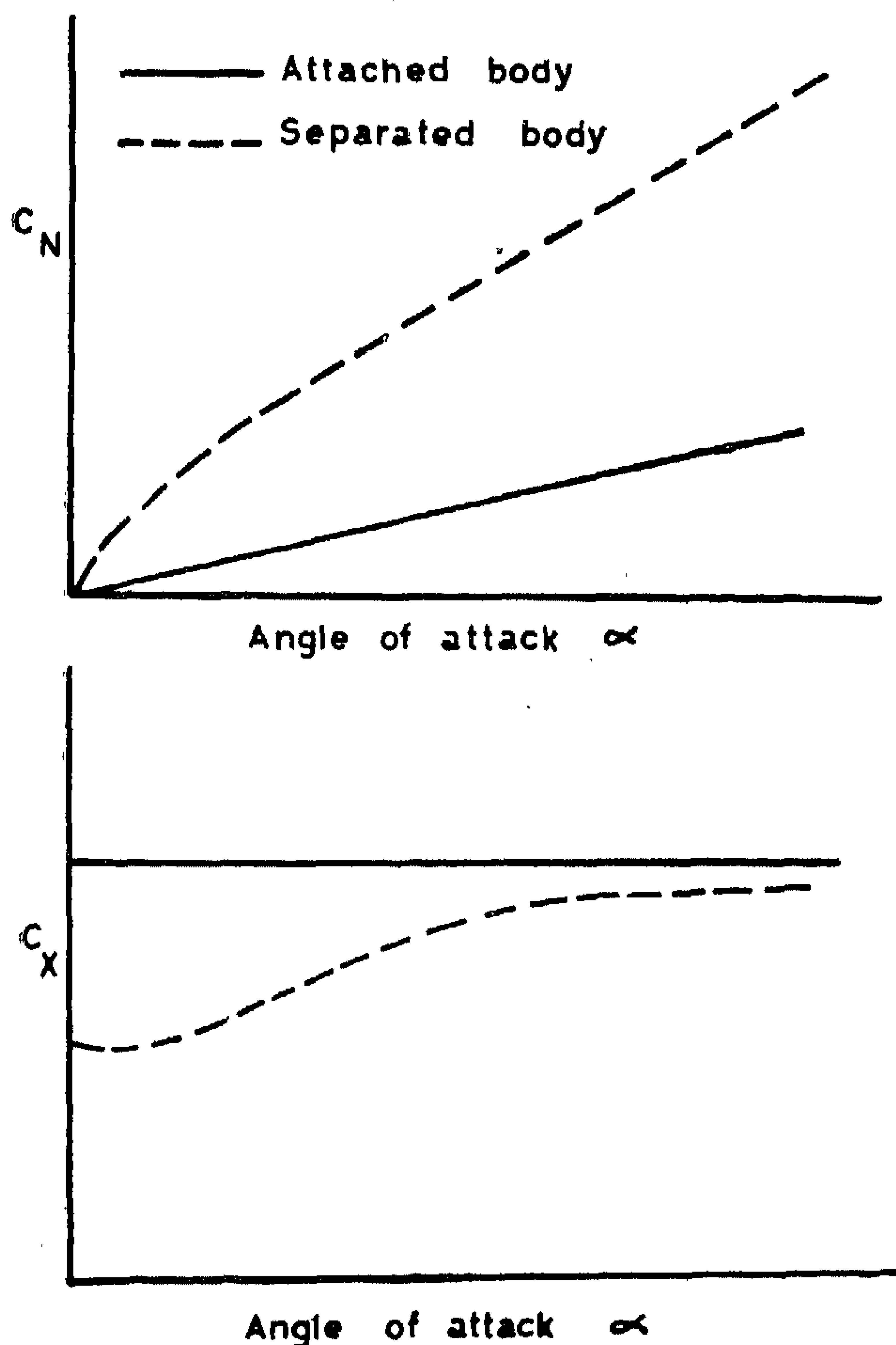


Fig. 20

The relation between the normal force coefficient derivatives $C_N\alpha_s$ and $C_N\alpha_a$ is such as :

$$\frac{C_{N_{\alpha_s}}}{q_s} = \frac{C_{N_{\alpha_a}}}{q_a}$$

where, subscript (s) denotes separated flow and subscript (a) denotes attached flow, q_s and q_a are the separated and attached dynamic pressures respectively.

The reduced dynamic pressure in the wake region gives rise to $C_N\alpha_s$ as shown from the above equation.

The slot width, e, is a very important parameter in this coase, since, the submerged portion II, for some critical values of e, may influence conditions at portion I, which in turn will alter the submerged portion loads. For some value of the parameter $\frac{e}{t}$, the upstrem communication becomes maximum. Thus before choosing the slot width, comprehensive experimental investigations should be performed to determine the suitable value of $\frac{e}{t}$.

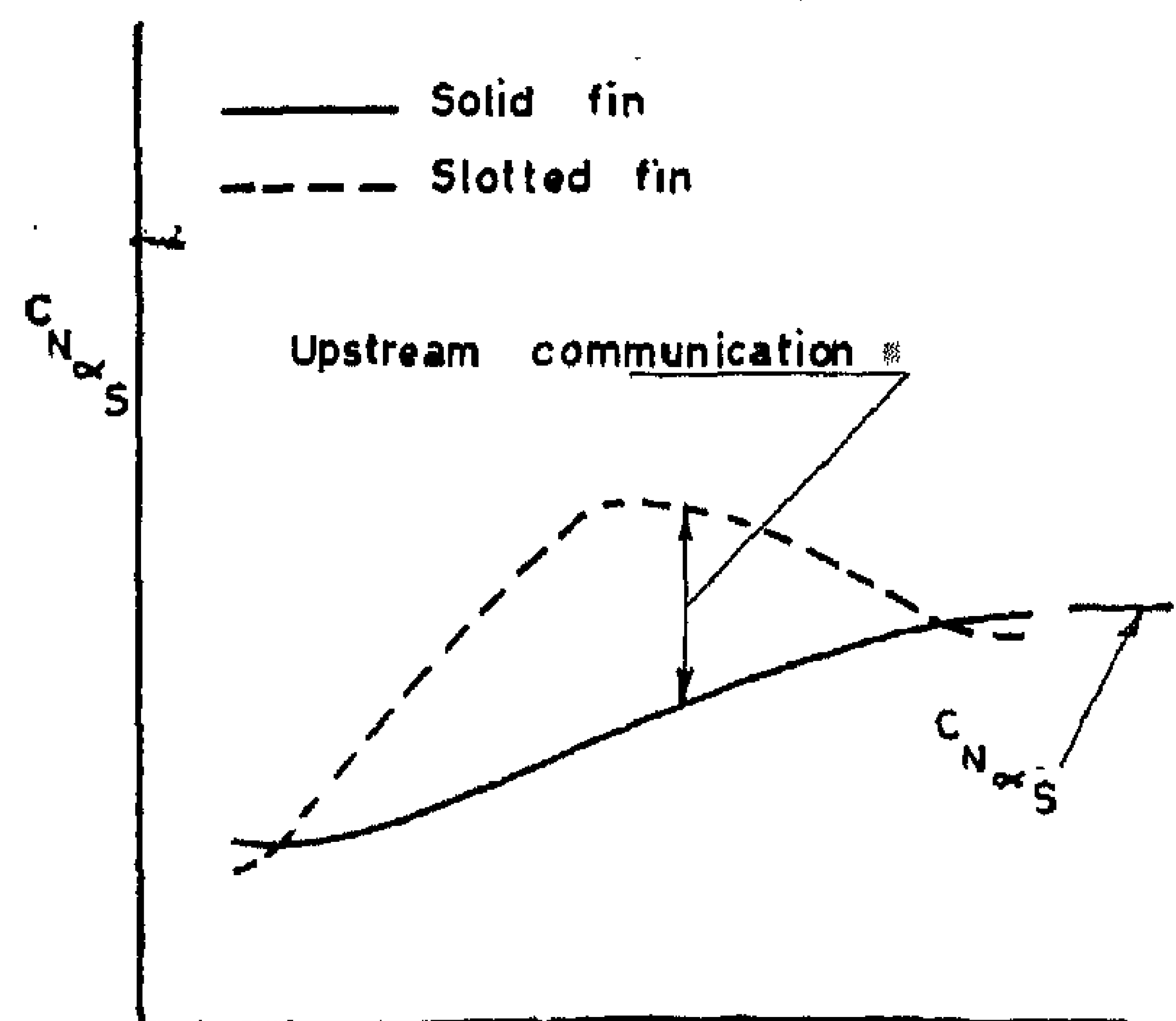


Fig 21

From the above statements it is seen that use of slotted fins may increase $C_N\alpha$ and bence improve the stability status of the missile with reduced fin area, i.e. reducing the missile gross weight.

looking upstream, C, wing panel chord, B, cotangent of the Mach angle $\sqrt{M^2-1}$, and, S_m, total semi-span (body radius + one panel span). For a cruciform missile, the rolling moment coefficient due to inviscid wing-wing interference can thus be written as :

$$C_l = -\frac{S_p}{S_b}\left[C_{N_{p1}}\left(\frac{Y_{c.p}}{d}\right)_1 + C_{N_{p2}}\left(\frac{Y_{c.p}}{d}\right)_2 + C_{N_{p3}}\left(\frac{Y_{c.p}}{d}\right)_3 + C_{N_{p4}} \cdot \left(\frac{Y_{c.p}}{d}\right)_4\right]$$

Where S_p and S_b are panel area and body cross-sectional area respectively, $Y_{c.p}$, spanwise coordinate of wing panel center of pressure and d, diameter of cylindrical body section.

It should be noted here that the center of pressure in the above equation is the one that takes into consideration interference effects, which may differ considerably from the usual one without interference (for the same panel both windward and leeward sides may have different $Y_{c.p}$ for large angles of attack i.e. for $\alpha_B \geqslant 6°$). The center of pressure travel is small even for large angles of attack, i.e. $\alpha_B \simeq 20°$. The $Y_{c.p}$ shift on the leeward side is larger than that of the windward side, and hence compensating moments arise which reduce the total induced moment due to inviscid wing-wing interference. For moderate angles of attack this compensating effect may be the one responsible for the "roll lock-in" mode of the rolling motion.

At higher angles of attack, the vortices formed in the wake of the separated boundary layer on the missile body, will change appreciably the loading on the wings or tails specially if a small angle of side-slip exists.

The viscous interaction between body wake and wing or tail may be responsible for the "roll break-out" and "roll speed-up" of the missile

A new concept has been developed, i.e. the roll characteristic of a cruciform finned missile can be significantly changed by the addition of slots. This is obvious, since the introduction of slots will equalize the strength of vortices on both sides of the fin and hence decrease the center of pressure shift difference between both sides, thus resulting in smaller rolling moments.

The aerodynamics of soltted fins is quite interesting. The portion designated II of the fin is submerged in the wake of portion I. Characteristically, a wake-submerged body experiences a reduced forebody axial force simultaneously with an increased normal force derivative.

The reduction in the axial force coefficient, C_x, is due to the reduction in the relative thickness of the portion II, (because of the reduced boundary layer displacement thickness on portion II),

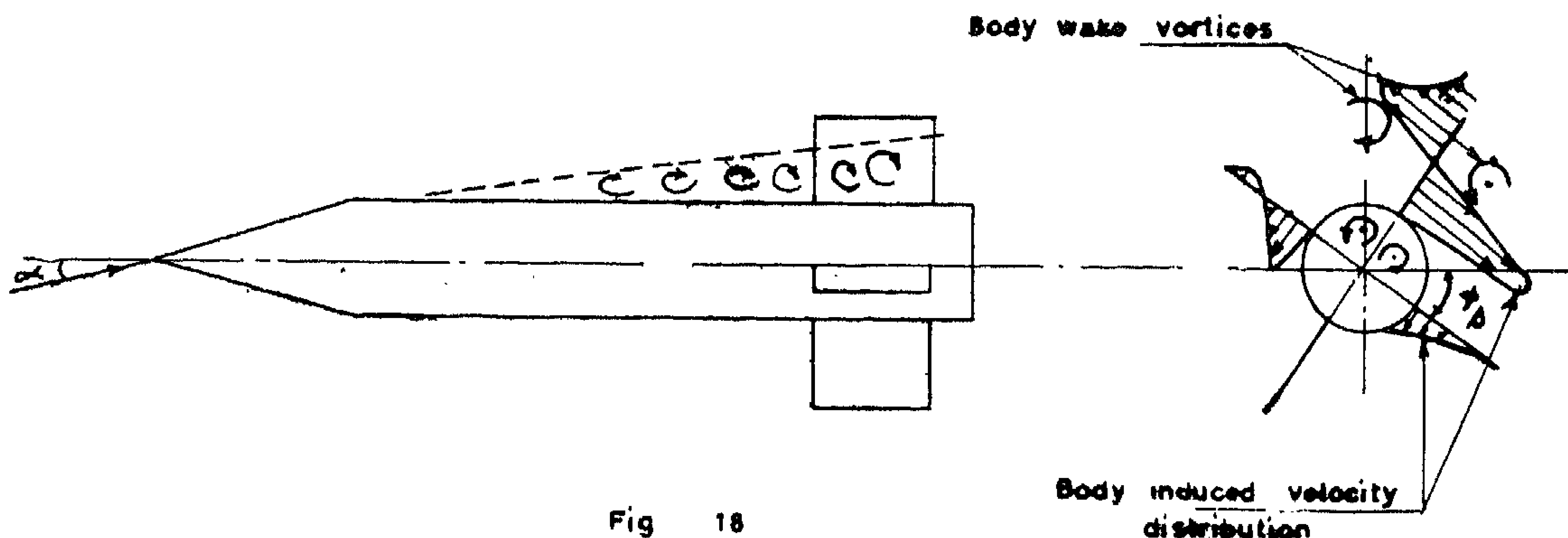


Fig 18

of F_M would be $F_M = \rho V \Gamma$, which shows that for constant ρ and V, F_M increases linearly with

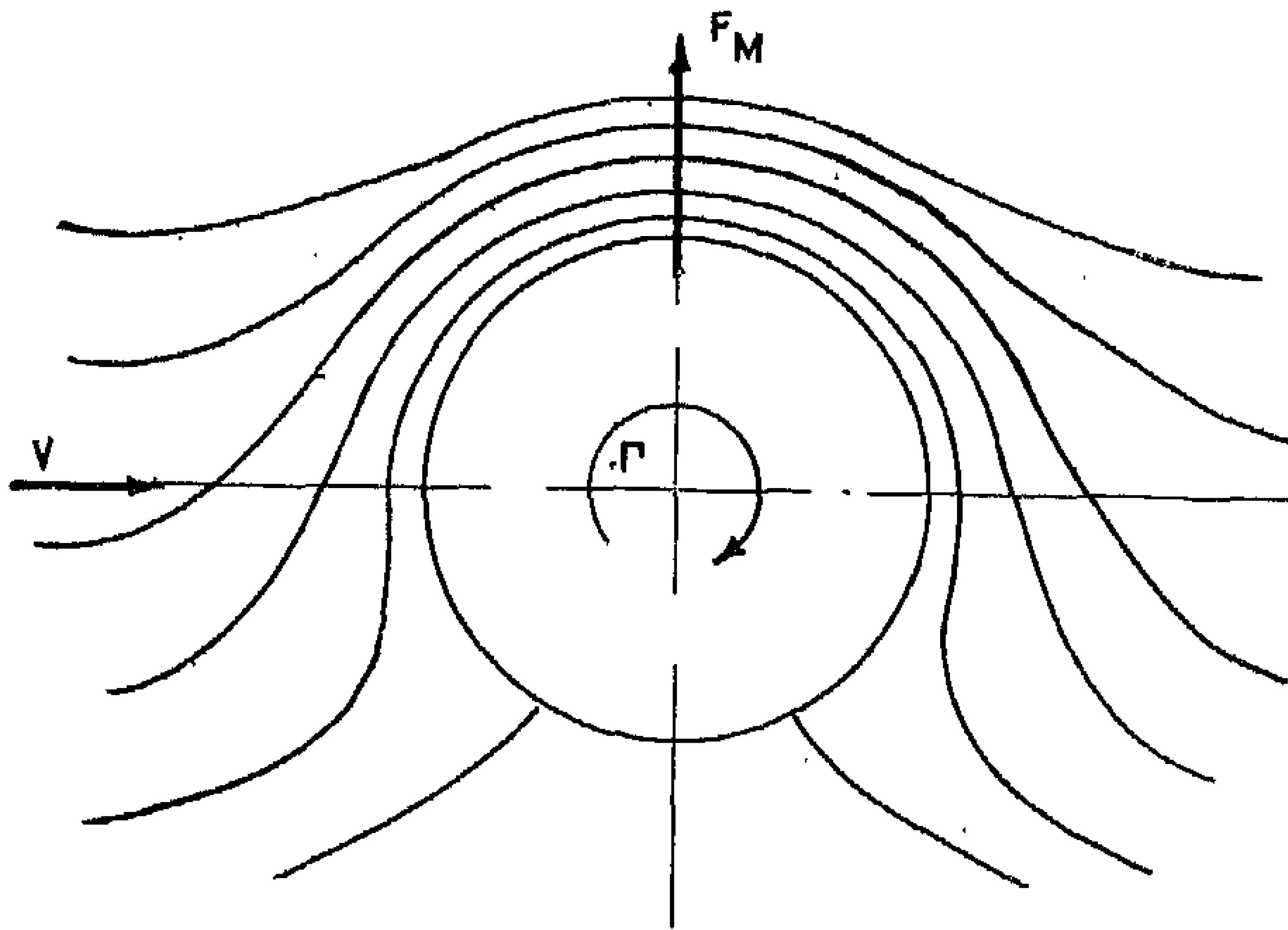


Fig. 16

Γ, i.e. as the spin velocity of the projectile increases F_M increases. A restoring moment due to F_M will thus result, and it will stabilize the projectile. It must be noted here that the Magnus force could lead to instability in finned missiles whenever it becomes larger than the damping and lift forces.

Introducing nonlinear analysis to the lift and Magnus terms, Nicolaides, showed that cruciform finned missiles exhibit five characteristic rolling motions. These characteristic motions are, "linear rolling mtion", "roll slow-down", "roll lock-in", "roll break-out" and "roll speed-up".

For steady-state conditions, the linear rolling motion is created by the moment due to fin cant. At angles of attack (positive or negative) the situation changes, since the induced rolling moment is the primary cause of missile roll. There are other factors affecting the induced rolling moment besides the angle of attack (as a result of angle of attack). These are mainly, inviscid flow, wing-wing interference and interaction between viscous body wake and the wing or tail surfaces. Theoretical analysis investigating the wing-wing interference is combersome. However, a semi-empirical equation for the normal force on each wing-panel taking into account the interference effects can be written as :

$$C_{N_p} = K_W \, C_{N_{p\alpha}} \alpha_B \, \cos \phi_p \, (1 + K_I \, \alpha_B \sin \phi_p)$$

$$K_I = 2C \left[1 - \frac{C}{4\beta S_m} \right] / \beta S_m$$

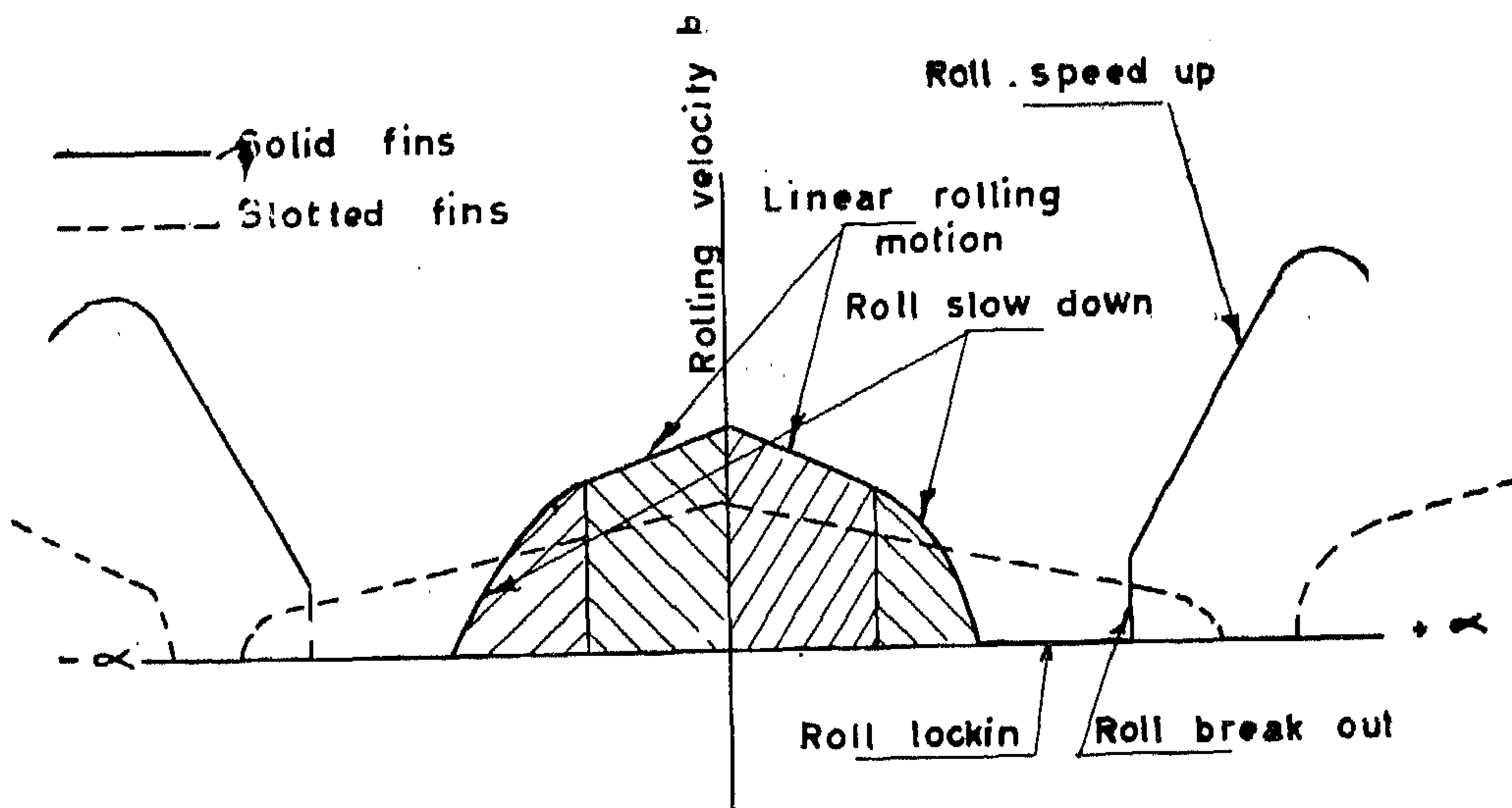


Fig. 17

where :

In the above equations, K_W, body upward interference factor, α_B angle of attack of body, Φ_p, panel orientation angle, $\Phi_p = 0°$ when panel is at right side of body, and is positive clockwise

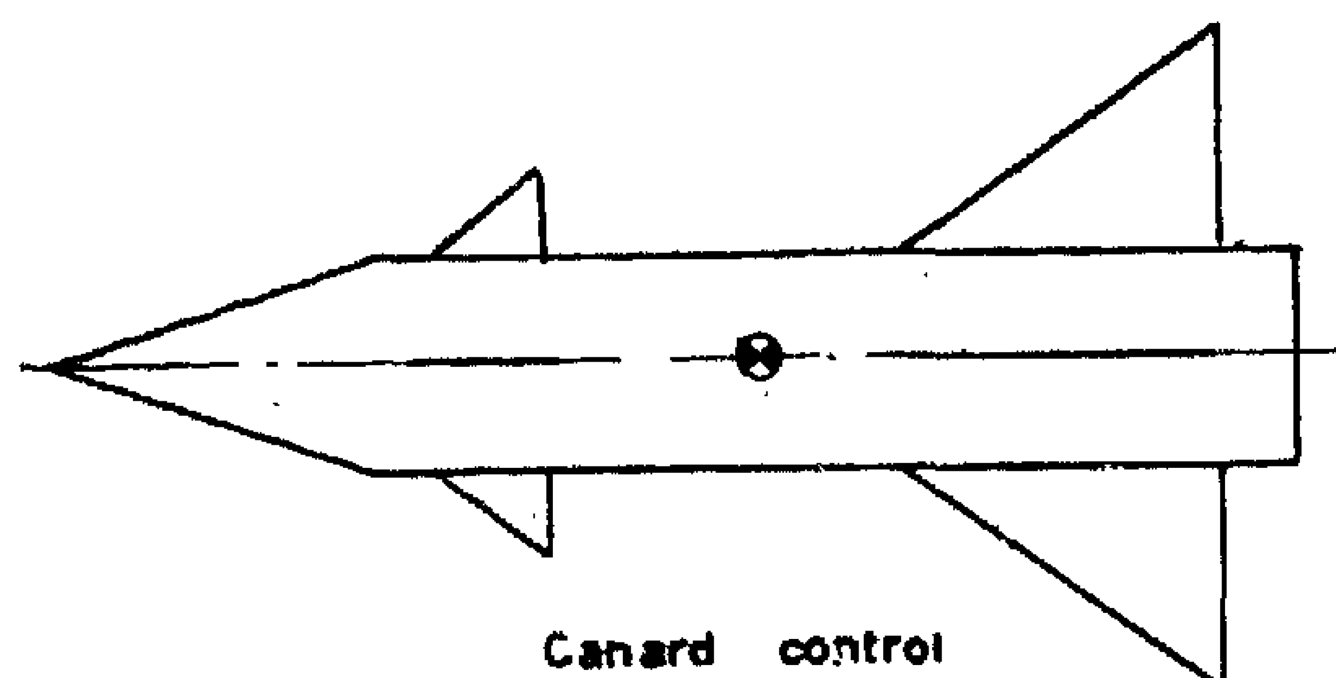


Fig 14

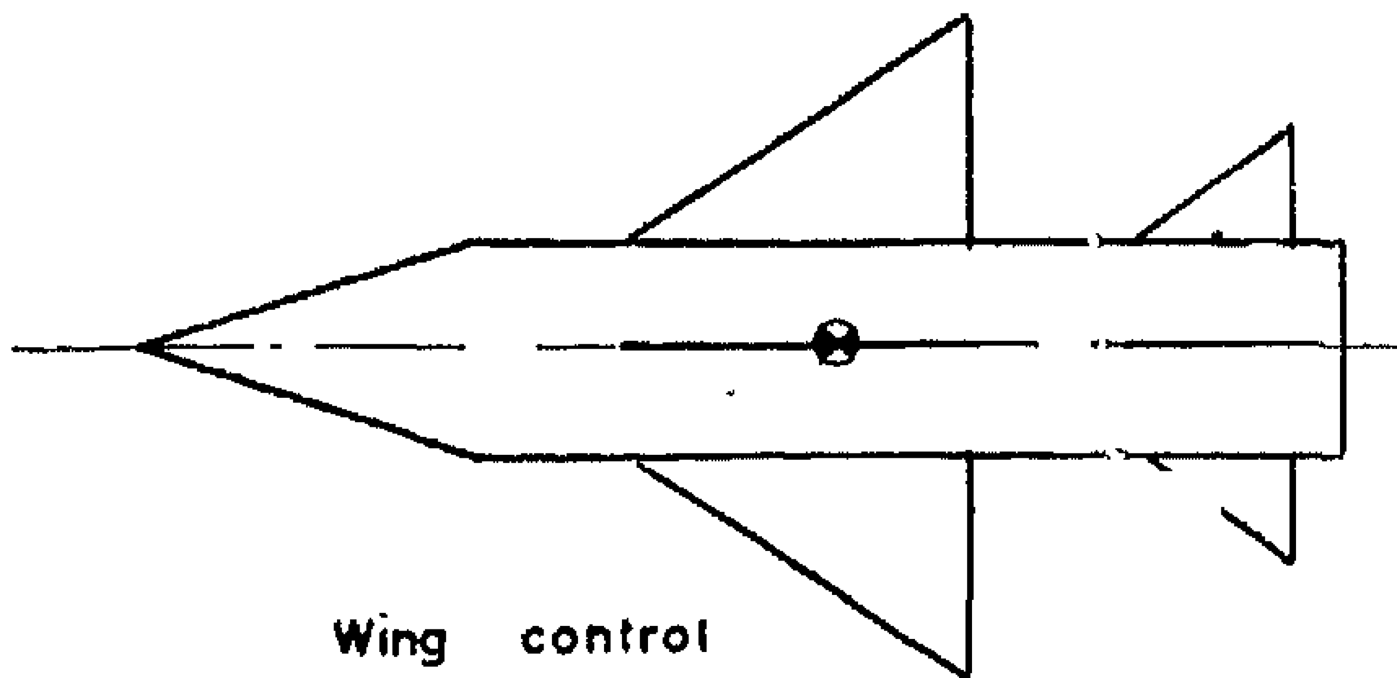
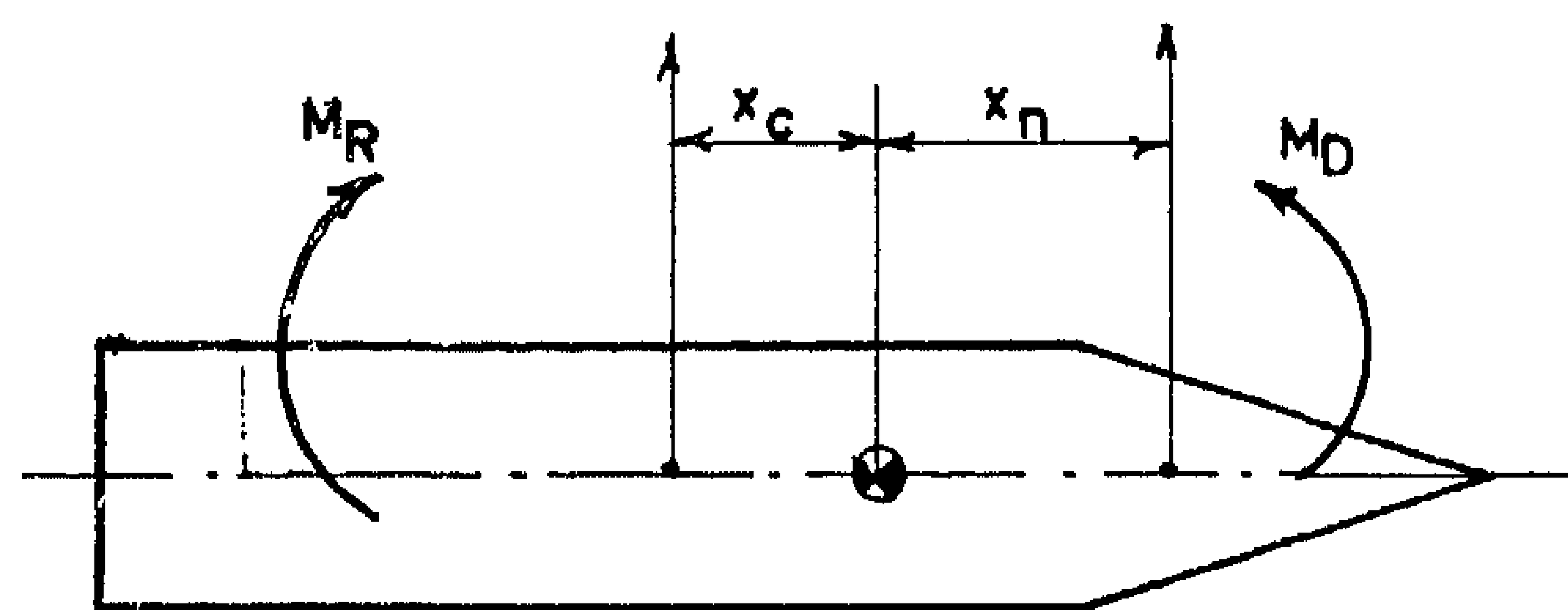


Fig 13

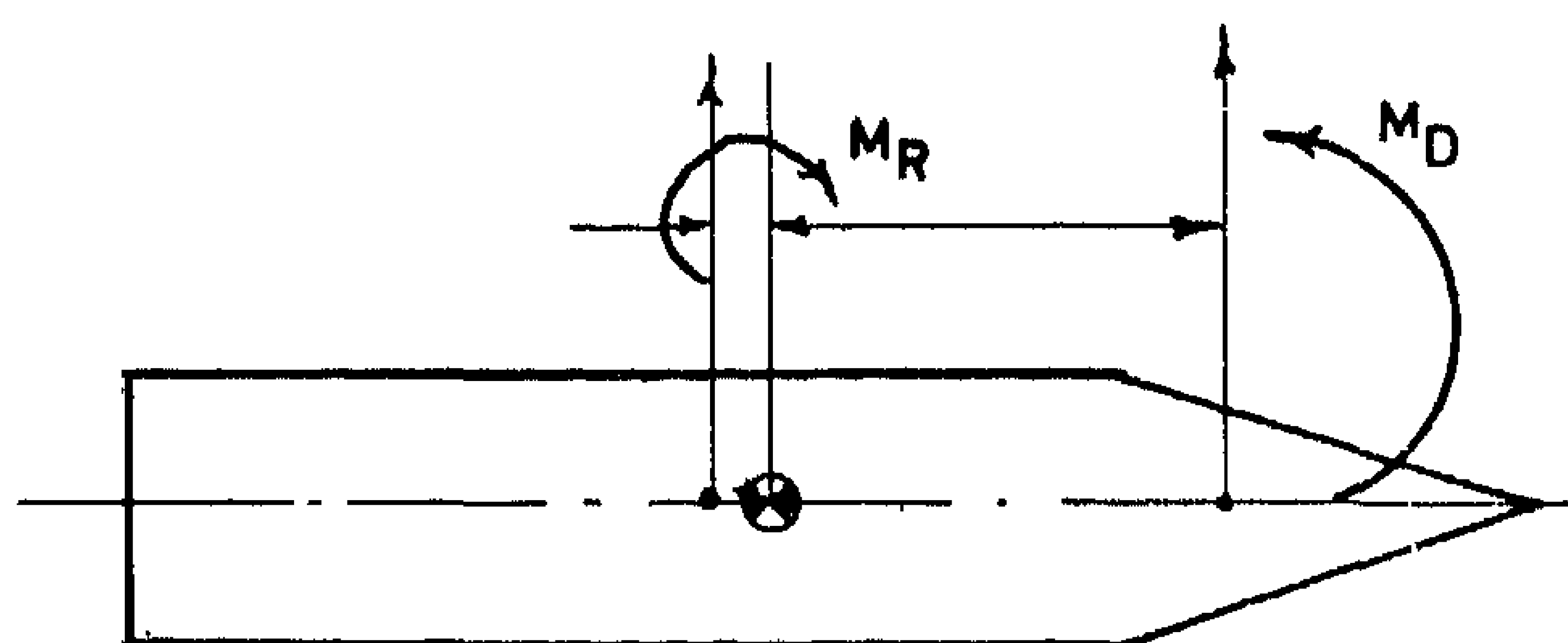
The wing control is better for fast responses in lateral directions, while the canard control is better for fast responses in pitching and yawing. This is attributed to the location of the C.G. with respect to C.P. of the control surface in both cases. For end burning type of solid fuels the wing control is not desirable due to the large shift in C.G. during powered flight. The contradicition between static stability requirements and manoeuvrability requirements is quite clear from the canard control configuration.

b — *Spin-stabilized missiles :*

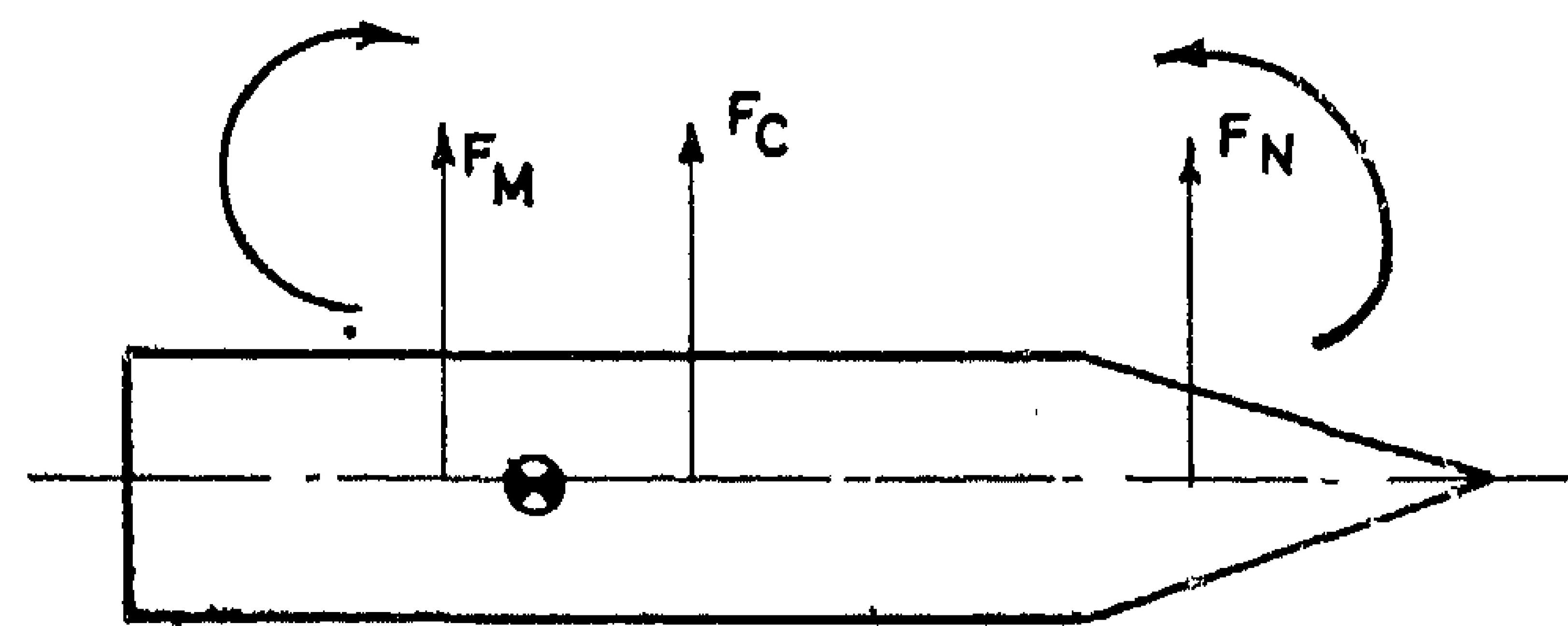
In order to get a clear picture about this type of stabilization consider a missile whose center of gravity location can be changed. If the C.G. is located near the forward end, any disturbing moment, M_D, that is created from a change in the angle of attack $\triangle\alpha$ will be counteracted by a restoring moment, M_R, whose magnitude will increase as $\left(\frac{x_c}{x_n}\right)$ increases. In the steady state, where $R_R \gg M_D$, this missile is classified as statically-stable (condition a). If the location of the C. G. is adjusted backwards case (b), the restoring moment M_R will not only be less than M_D but it might assist M_D in toppling the missile over, thus instability occurs. In order to stabilize this kind of missile another force should be introduced which will assist in restoring the missile to its original position when subjected to disturbance. The aerodynamic forces acting on the missile are known; they are F_N (nose normal force) and F_c (cylinder normal force) and normal force on fine if they exist. Thus, it is impossible to create an extra force to help stabilize the projectile unless we introduce a new mode of motion. Spinning the projectile will produce the Magnus force, F_M, which is the hydrodynamic force acting on a circular cylinder placed in an incompressible fluid with a circulation Γ around the cylinder. According to the Kutta-Joukovskii theorem a first approximation



(a)



(b)



(c)

Fig. 15

Where C_F is the thrust coefficient, C is the effective exhaust velocity. For const. C_F, a, A_t and C, it is seen that :

$$F \propto (r)^{\frac{1}{n}}$$

which shows the strong dependence of the thrust magnitude on the burning rate of the propellant. However, realizing the technological difficulties associated with the above two methods, researchers concieved a new propulsion system which is capable of delivering variable thrust that can be changed to the desired level on command. The new propulsion system is the *hybrid* engine, which consists of an oxidizer and fuel, one of them is liquid and the other is solid. Usually the oxidizer is liquid and the fuel is solid.

The ignition is of the hypergolic type. The liquid oxidizer is injected into the solid fuel region through a control valve. Ignition then takes place on contact with the solid grain.

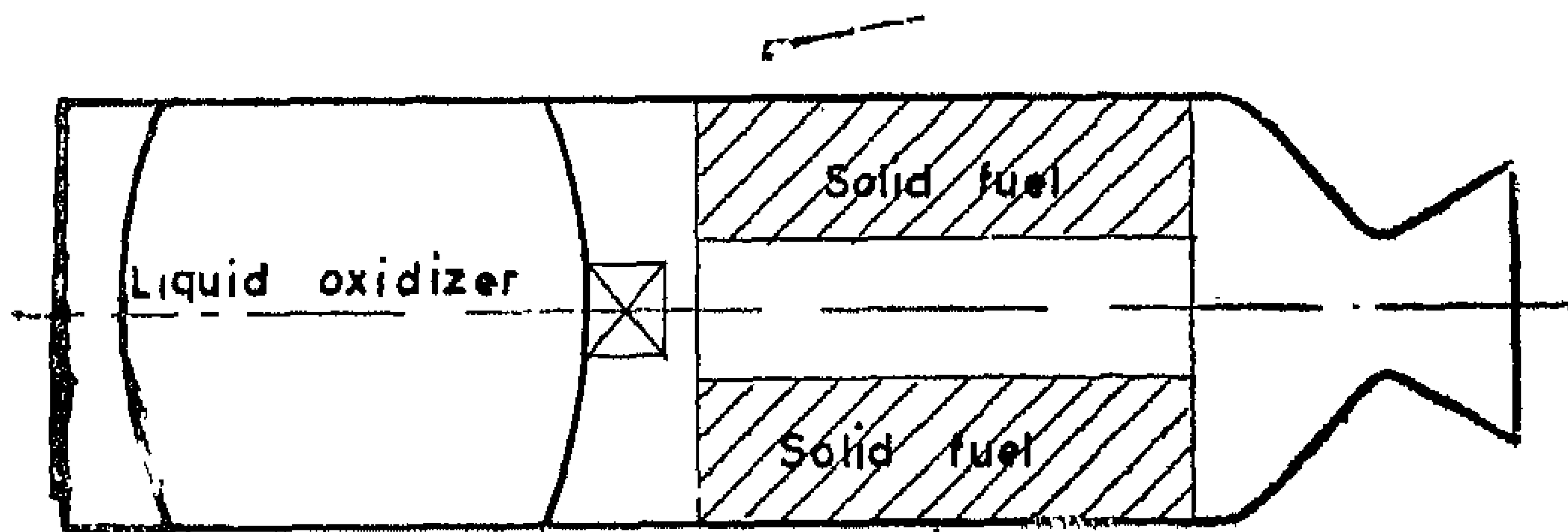


Fig. 11

Variable thrust is achieved by varying the rate of flow of the liquid oxidizer (by the control valve). The major portion of the rocket consists of the liquid oxidizer tank, since 4 lbs of liquid oxidizer are required for each lb of solid fuel.

For hybrid motors with the concept of fluid control, the higher the propellant exponent is, the better the rocket performance in respect of thrust control, stop and restart.

Missile Stability :

The most formidable problems associated with high speed rockets are severe aerodynamic heating and lack of manoeuvrability. The real art of designing a high speed rocket consists in the selection of the right compromises between widely contradicting conditions. Tow major types of missiles are used, from the stability point of view, which we are going to discuss next :

a — *Fin Stabilized missiles :*

The effectiveness of a missile depends greatly on its static and dynamic behaviour. For guided missiles, such as air to air missiles. (AAM) or surface to air missiles (SAM) an additional requirement is needed, i.e. manoeuvrability. Unfortunately, manoeuvrability and static stability are two conflicting things, since, as one increases, the other decreases. The criterion for static stability is that the pitching moment coefficient derivative $c_{m\alpha}$ should be negative. Physically, this means that a restoring moment is created by the body of the rocket (fins) to counteract a disturbance moment due to sudden applied angle of attack.

The maneeuvrability of the missile is its ability to respond to a given command and execute it with the minimum time lag possible. To achieve this requirement, the missile should be equipped with some means for aerodynamic control, jet control, or thrust vector control. The aerodynamic control is obtained by means of aerodynamic lifting surfaces which when changing their angle of attack, the normal forces

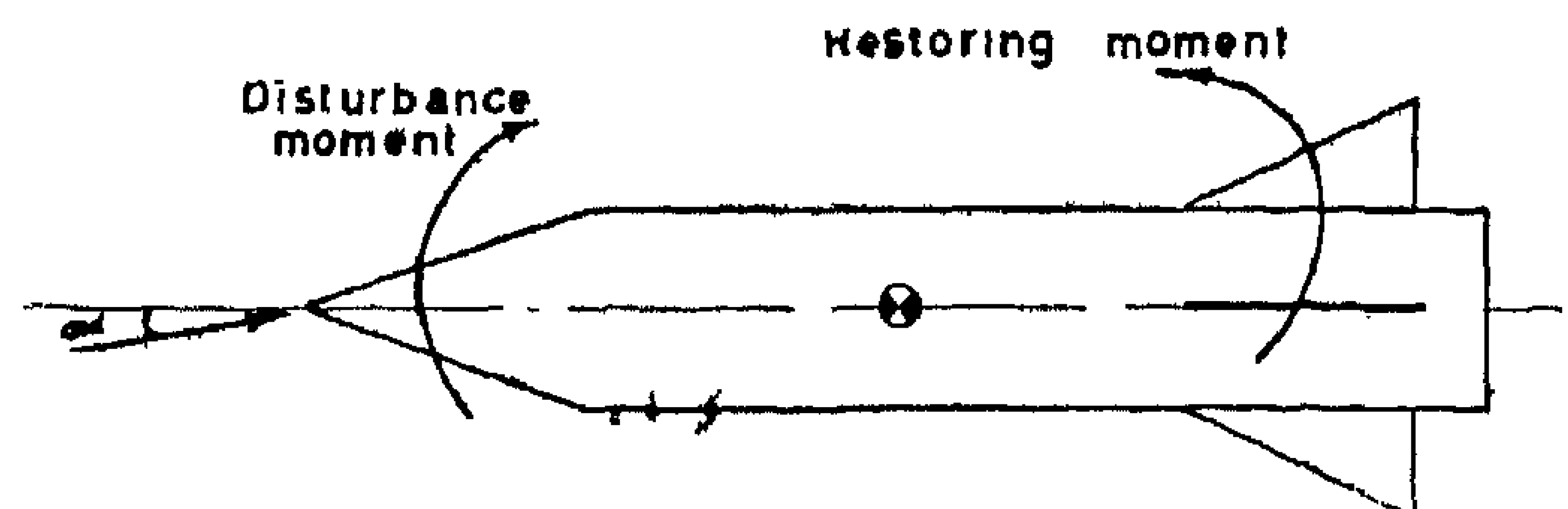


Fig 12

and hence moments will be changed accordingly. These changes in normal forces and moments will steer the missile to the required target. Two methods are available for such aerodynamic control, namely, canard control and wing control (tail control is less effective than both canard and wing control).

Erosion :

Erosion is a phenomenon that occurs when a material of considerable porosity is subjected to physical and chemical processes. Erosion usually happens in the rear part (near the nozzle end) of a tubular grain, due to the increased velocity of the combustion gases and consequently the increased momentum and energy transfer. The same reasoning applies for the erosion of graphite inserts in the throat of rocket nozzles.

The localized erosion when it occurs, affects the internal ballistic performance of the rocket, since the chamber pressure is a strong function of both burning area of the propellant and nozzle throat area, (this will be seen later on). In order to predict the erosion rate, one should consider the chemical and mechanical contributions. If the total erosion rate is e, therefore;

$$e = e_c + e_m$$

Where e_c, is the erosion rate due to chemical reactions and is a function of temperature, pressure and composition of the combustion gases. While, e_m, is the erosion rate due to mechanical force (friction) and is a function of, Reynolds number, material porosity, Schmidt number and flow velocity.

Erosion also occurs on a larger scale in spin stabilized missiles (most AAM's are spin stabilized). In a spining missile a new component of velocity is introduced to the combustion gases, i.e., a circumferential component. The resultant velocity of the combustion gases at the burning surface of the grain is thus increased, thus, increasing the erosion rate (which can be considered as an increase in the burning rate). Due to this increase, the chamber pressure will also increase. For missiles with high spin velocities the pressure rise due to spin might be considerable.

Stop, Re-Statt and thrust control of a solid propellant rocket :

One of the major obstacles that hinder solid fuel rocket application on a wide scale is the problem of stop, resart and thrust control. Experiments have been performed and an effective method for stopping the rocket motor found. This method is the injection of liquid in the combustion chamber which will absorb some of the reaction heat, thus reducing the combustion pressure below the critical value. Different liquids have been tried. It was found that water can do the job properly. Once the motor stops we come to the problem of restarting it. To restart the motor, the chamber pressure should be increased above the critical value, and thus a secondary ignition system is required. Thrust magnitude control can be achieved by using either a variable burning rate propellant or a variable goemetry rocket nozzle. Both effects can be seen from the equilibrium combustion pressure equation :

$$p_c = \left[\frac{A_b}{A_t} \cdot \frac{a(\rho_p - \rho_g)^n}{\sqrt{\frac{\gamma}{RT_0}\left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}} \right]^{\frac{1}{1-n}}$$

Where, A_b, burning area; A_t, nozzle throat area; a constant depending on initial temperature of propellant; γ, specific heat ratio, T_0, flame temperature; ρ_p and ρ_g, propellant and gas densities respectively; n, propellant index.

For a neutral burning area, the above equation can be written as :

$$p_c \propto \left(\frac{A_b}{A_t}\right)^{\frac{1}{1-n}}$$

the propellant index, usually lies in the range $0 < n \leqslant 1$. Thus changing the nozzle throat are will change the combustion pressure which in turn changes the rocket thurst.

In order to see the effect of varying the propellant burning rate on the thrust magnitued, the thrust can be written as :

$$F = \dot{m}c = C_F\, p_c\, A_t C = C_F \left(\frac{r}{a}\right)^{\frac{1}{n}} \cdot A_t C$$

Loads on Propellants

In order to increase both the range and accuracy of a missile (specially for interception missiles), it should fly a boostsustain trajectory, i.e. the missile is boosted from rest with high acceleration to a certain desired velocity (determined from optimum analysis) then sustained in its trajectory by applying thrust which is equal to the drag acting on the missile, thus allowing the missile to fly a so called "vacuum" trajectory. Durineg the boost phase of the flight the missile is subject to high acceleration (an advanced version of "Sprint" low altitude anti-ballistic missile-missile is claimed to have acceleration in the range 800-1000 g's), and hence a tremendous acceleration stress acts on the propellant grain. Thus it is necessary for a solid fuel rocket designer to predict the behavieur of the grain when subjected to this high stress.

Any tolerance in that respect would affect the internal ballistics of the rocket motor, and even would result in grain failure during flight.

The maximum radial and axial displacements due to the accelerated flight can be expressed as :

$$x_r = \nu(C_D \; ; q_{\infty}, S', m) \frac{\rho_p g b^2}{E} F(R)$$

$$x_a = \nu(C_D \; , q_{\infty}, S', m) \frac{3\rho_p g b^2}{2ER^2} \left\{ \frac{1}{2} (R^2 - 1) - \ln R \right\}$$

ρ_p, propellant density, b, external radius of grain, a, internal radius of grain, $R = \frac{b}{a}$, E, Young's modulus, and F (R) is a dimensionless function, which increases monotonically as R increases.

For end-bonded propellants, the deformation modes are shown schematically. The maximum value of radial displacement is shown to happen at points A, while the maximum slump (axial displacement) occurs at points D. Points B

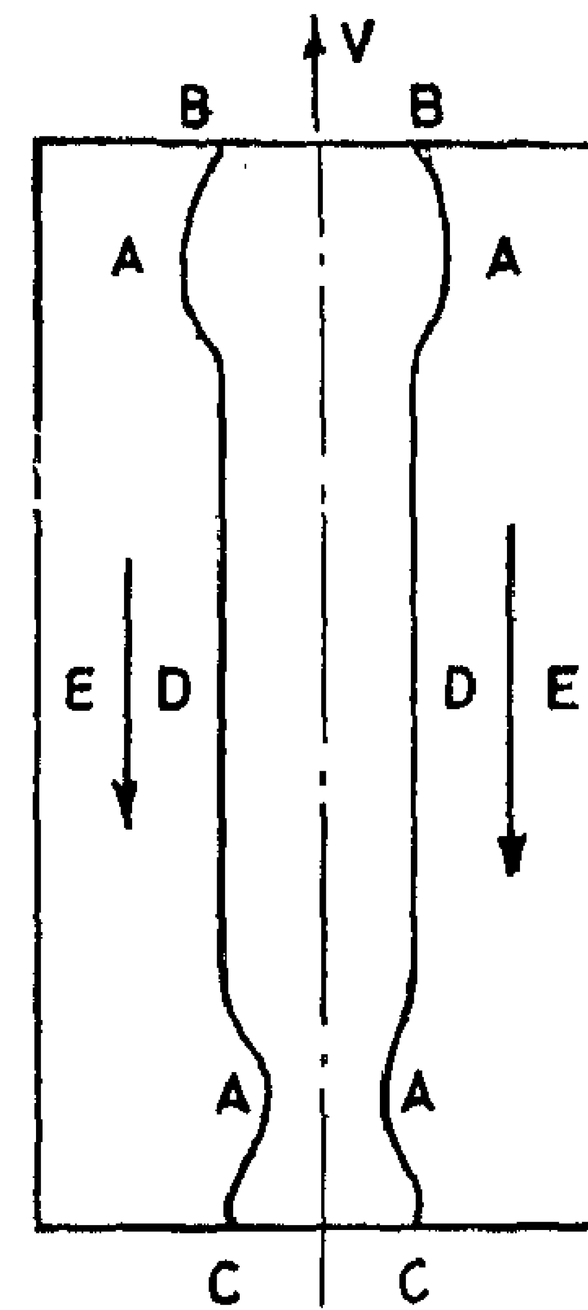


Fig. 10

& C are locations where maximum tensile stress and compressive stress occur respectively. The maximum shear stress occurs at points E located approximately at the middle of the grain web). It must be mentioned here that the above equations are established upon the assumption that the grain is a circular cylinder of a linear elastic incompressible material bonded at its outer surface and at both ends.

Now there are two critical locations where there exist maximum tensile stress (B) and maximum shear stress (E). These two locations are liable to failure. Since, for an incompressible material, Young's modulus is three times as much as the shear modulus, i.e., it takes a direct stress (tensile or compressive) three times greater to produce a direct strain than a shear stress to produce a similar (order of magnitude) shear strain. Thus, the grain if it fails, will fail at the location B, rather than at E.

gion thus, trying to swallow it in the mixing zone, M. This ejection force has the effect of delaying the separation point. We have now two contradicting processes, separation, due to the existence of adverse pressure gradient and, separation retardation due to the external flow ejection effect.

Combustion instability

There are many modes of instability that occur in the combustion chahber of a solid fuel rocket. The most predominant mode of combustion instability is the acoustic instability. Many investigations, theoretical and experimental, have been conducted which show that the existence of aluminum particles in the chamber reduces the instability level.

Combustion instability whether acoustic or non-acoustic, if it exists can result in oscillations which substantially increase the burning rate, which in turn increases the chamber pressure over the design value. However, experiments have shown that increasing the ocmbustion pressure tends to stabilize the combus-process. Solid propellant combustion is a complicated process. Heat flows from the hot gases (products of combustion) to the unreacted grain

Fig 5

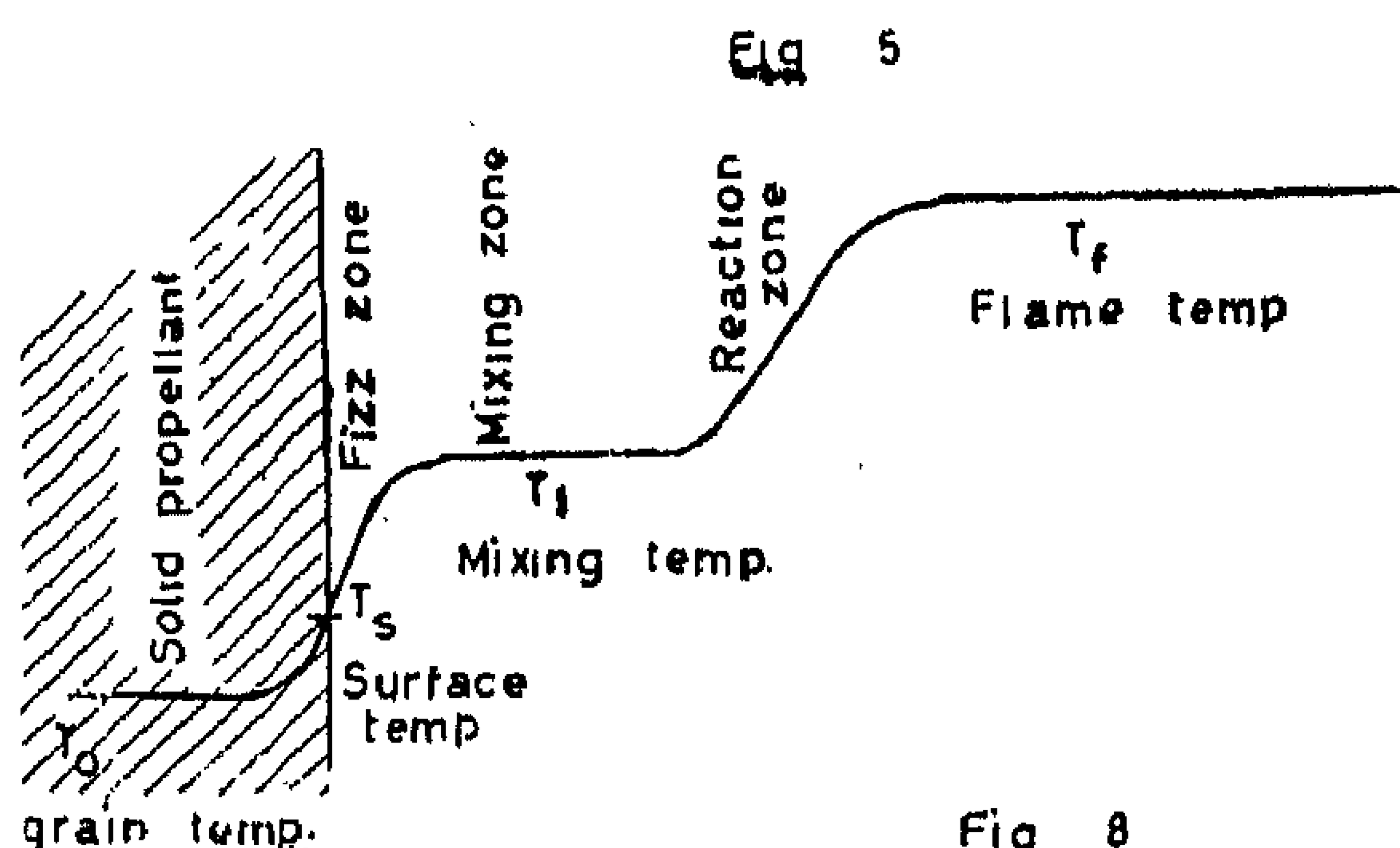
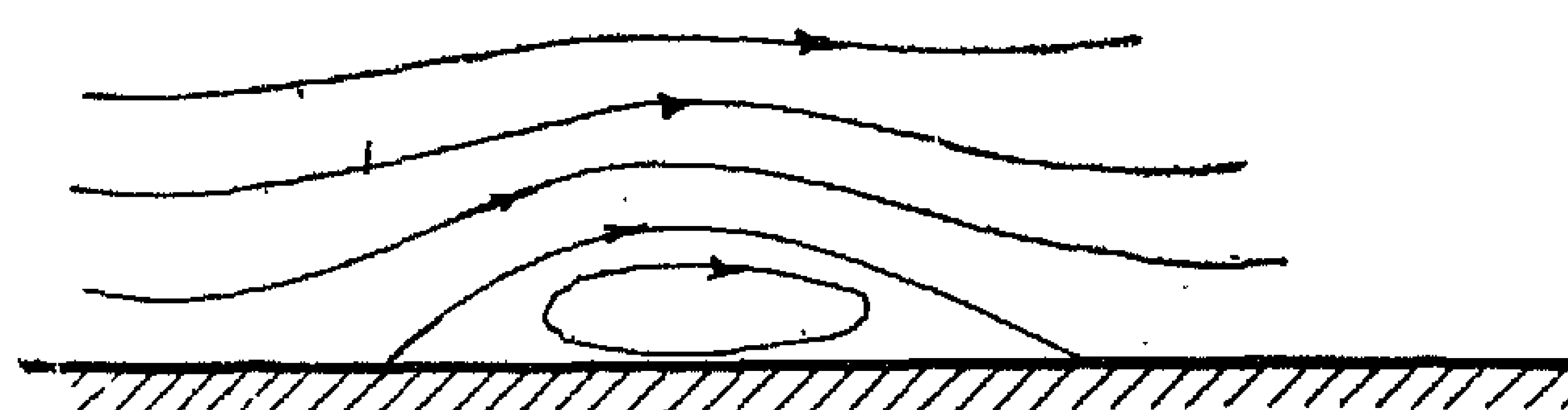


Fig 8

surface, meanwhile there is a mass flow from the grain surface to the core of the chamber. There is a time lag between the rate of chemical reactions which proceed quite fast and the flow of heat from the hot gases which influence the rate of flow of gases. As this time lag increases the combustion process becomes more sensitive to acoustic disturbance, and acoustic instability results. The reason why the existence of aluminum particles tends to supress the acoustic instability, is their relatively high coefficient of thermal conductivity which reduces the time lag between the chemical and physical processes. From the fluid mechanics point of view, the existence of acoustic source develops se ondary flow regions in the boundary layer where their size and recurrence depend upon the acoustic source strength and the flow velocity. For high acoustic intensities



Secondary flow region

Fig 9

the vertical motion in the secondary flow region increases the burning rate in its area of application which results in sudden increase in chamber pressure, causing combustion instability.

The propellants that are sensitive to combustion instability are those of large burning rate and those of large exponents. To see this more clearly, a steady-state mass balance between the rate of production of gases from the propellant and the rate of flow through the nozzle gives :

$$\rho_p r A_b = C_F p_c A_t$$

Plugging in the above equation the expression for the burning rate r, as a function of chamber pressure ($r = a\, p_c^n$) and then logarithm differentiating it, yields :

$$\frac{dp_c}{p_c} = \frac{1}{n - 1} \left[\frac{dA_t}{A_t} - \frac{dA_b}{A_b} \right]$$

Where the discharge coefficient C_F and ρ_p are considered constants. The above equation shows that when $n = 1$, a slight variation in A_b or A_t will cause a large change in pressure, which in turn rseults in combustion instability.

Approximate analysis has shown that for maximum payload energy

$$0.10 \leqslant \frac{M_e}{M_o} \leqslant 0.2$$

$$M_e \Big|_{\substack{max.\\energy}} = F \left[C, t_{bo}, V(t), \frac{M_o}{M_o - M_p}, M_p \right]$$

Flow Separation in Rocket Nozzles

Flow separation in rocket nozzles can take place under off design conditions. The pressure variation due to flow separation in the divergent part of a rocket nozzle is shown. The static pressure where separation starts is p_i.

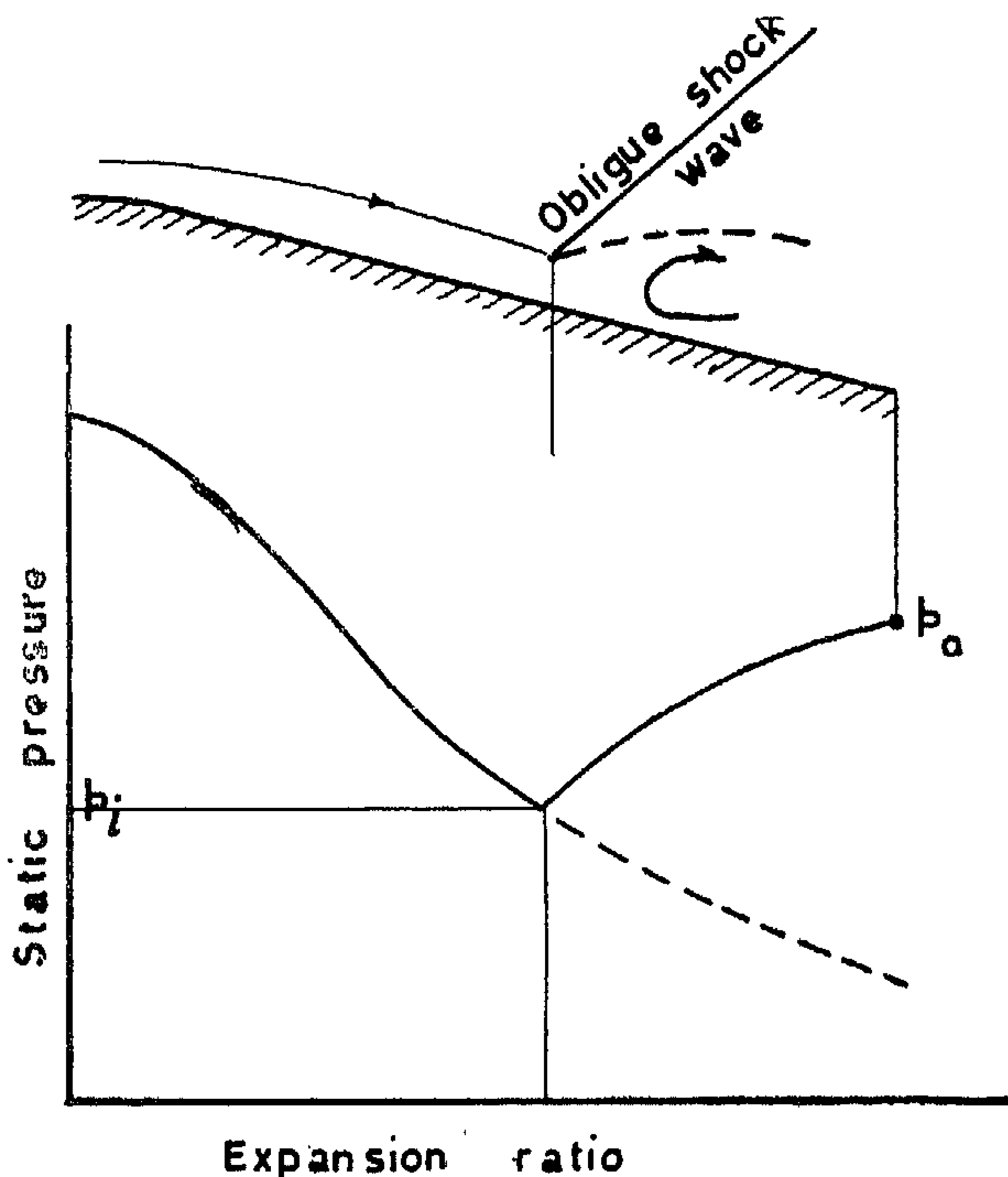


Fig. 6

An empirical equation which was fitted to data from experiments determines p_i when both the combustion pressure p_c and ambient pressure p_a are known.

This equation is :

$$\frac{p_i}{p_a} = \frac{2}{3} \left(\frac{p_c}{p_a}\right)^{-0.2}$$

For missiles operating at high altitude a compromise should be made between either having a long divergent part with complete expansion and thus imposing a weight penalty with a partial advantage of thrust increment, or cutting the divergent part short to avoid flow separation and the consequences of the appearance of induced system of oblique shocks.

After the flow separates inside the convergent part of the nozzle, it constitutes a free jet which flows almost parallel to the nozzle axis. The pressure in the separated region (dead water region) is low, which permits the external flow to expand. The main flow in the nozzle (the jet) after going through the shock also expands, i.e. the jet cross sectional area increases downstream. Both flows, the external expanded flow and the internal expanded jet, impinge at some distance from the nozzle exit, thus forming an oblique shock wave.

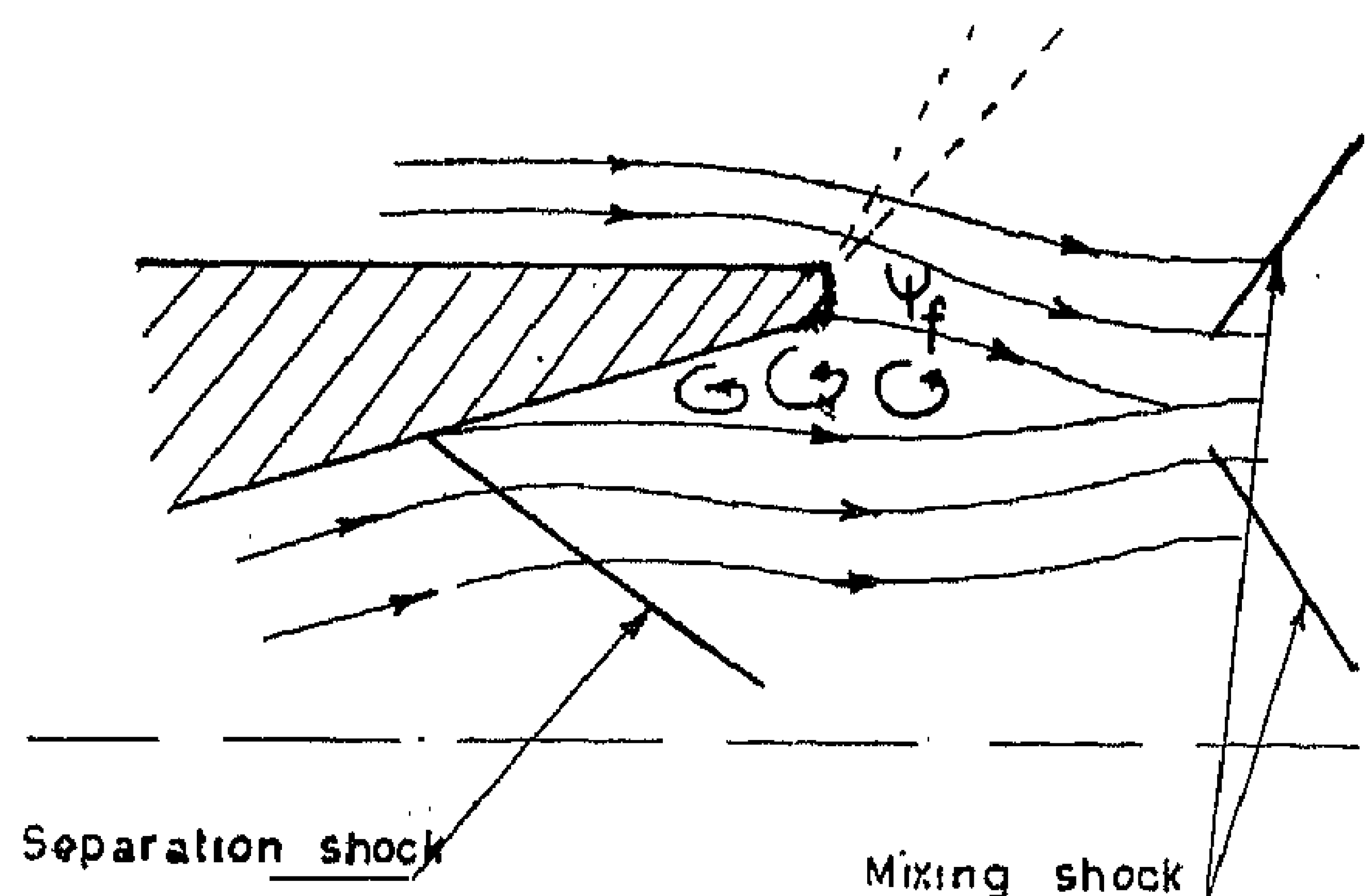
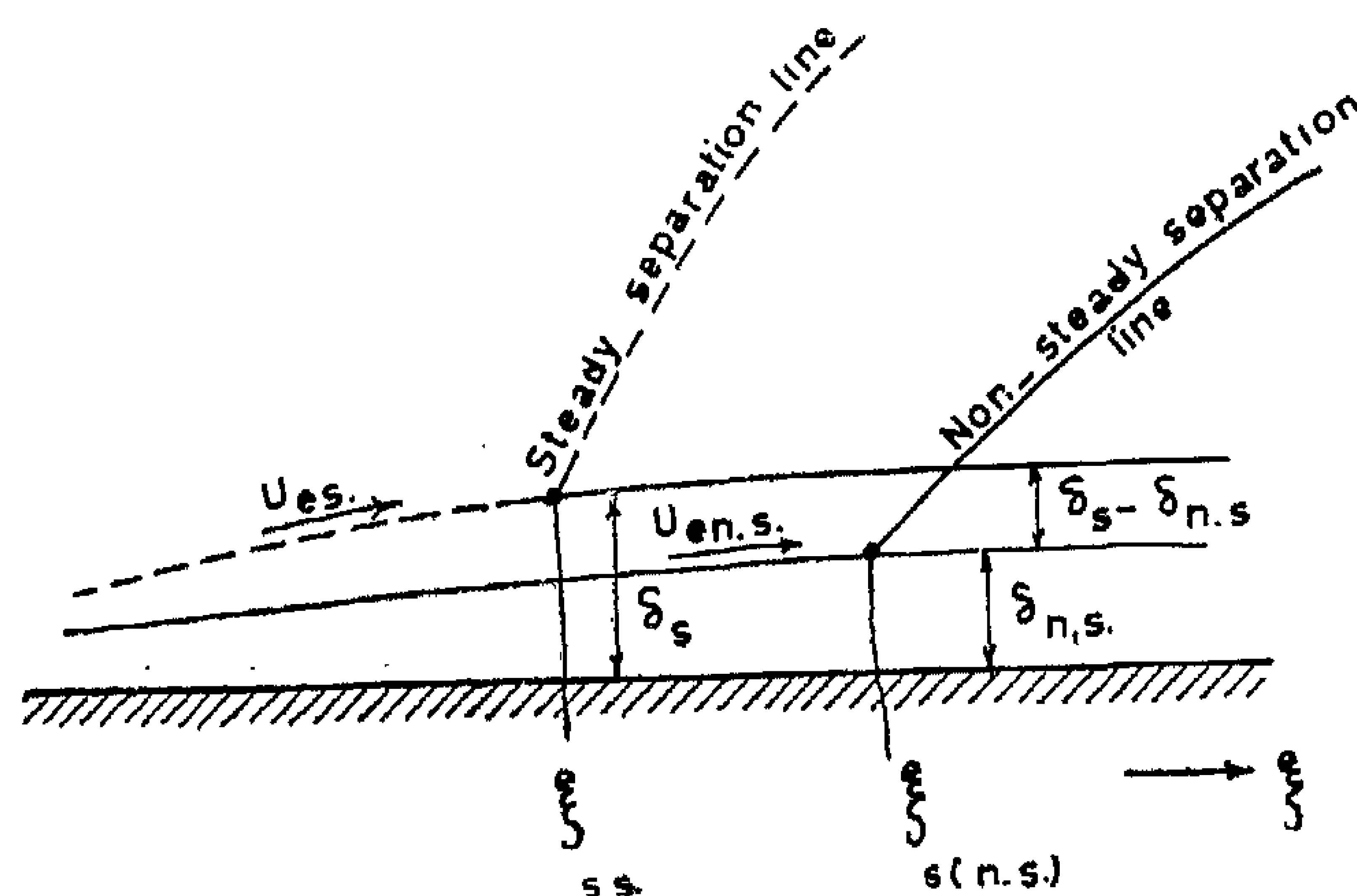


Fig 7

An interesting phenomenon occurs in that respect, namely when the external flow expands, the free streamlines Ψ_f surrounding the separated regions have large velocity which imposes an ejecting effect on the separated re-

Due to the lag of boundary layer build up in the non-steady case, the non-steady separation is premature. As a direct result of that, the non-steady boundary layer thickness is less than the steady one, i.e. $\delta_{n.s} < \delta_s$. On the other hand, due to the greater adverse pressure gradient build-up in the non-steady case, we find that $U_{o\,n.s.} < U_{o\,s.}$ Therefore, the energy flux required to maintain the vertical motion in the separated region is reduced considerably in the non-steady cases which results in forming pressure wave front that travels upstream in the boundary layer region. This pressure wave will be terminated at some distance upstream from the separation point due to viscous dissipative action. These cylic pressure waves will continue, producing non-steady forces in this specific region of the rocket.



The dynamic stability of the rocket will be greatly altered due to the introduction of the non-steady forces. The forces are usually random in nature and statistical means should be utilized in their analysis. The rocket response due to these forces is not simple, mainly a change in the pitching behaviour results. This change depends upon the angle of attack, the boundary layer thickness and the location of the aerodynamic center. Usually, increasing the nose cone semi-vertex angle will reduce the damping quality of the rocket.

Maximum Energy Payloads

Because of the tremendous increase in the cost of researech and development of launch vehicles, it became necessary to design launch vehicles which should be useful over a wide spectrum of missions. To achieve that goal, the design criterion should be such that the payload energy of i'th stage be maximized for the stage's gross weight. Simplified analysis shows that this condition is satisfied when;

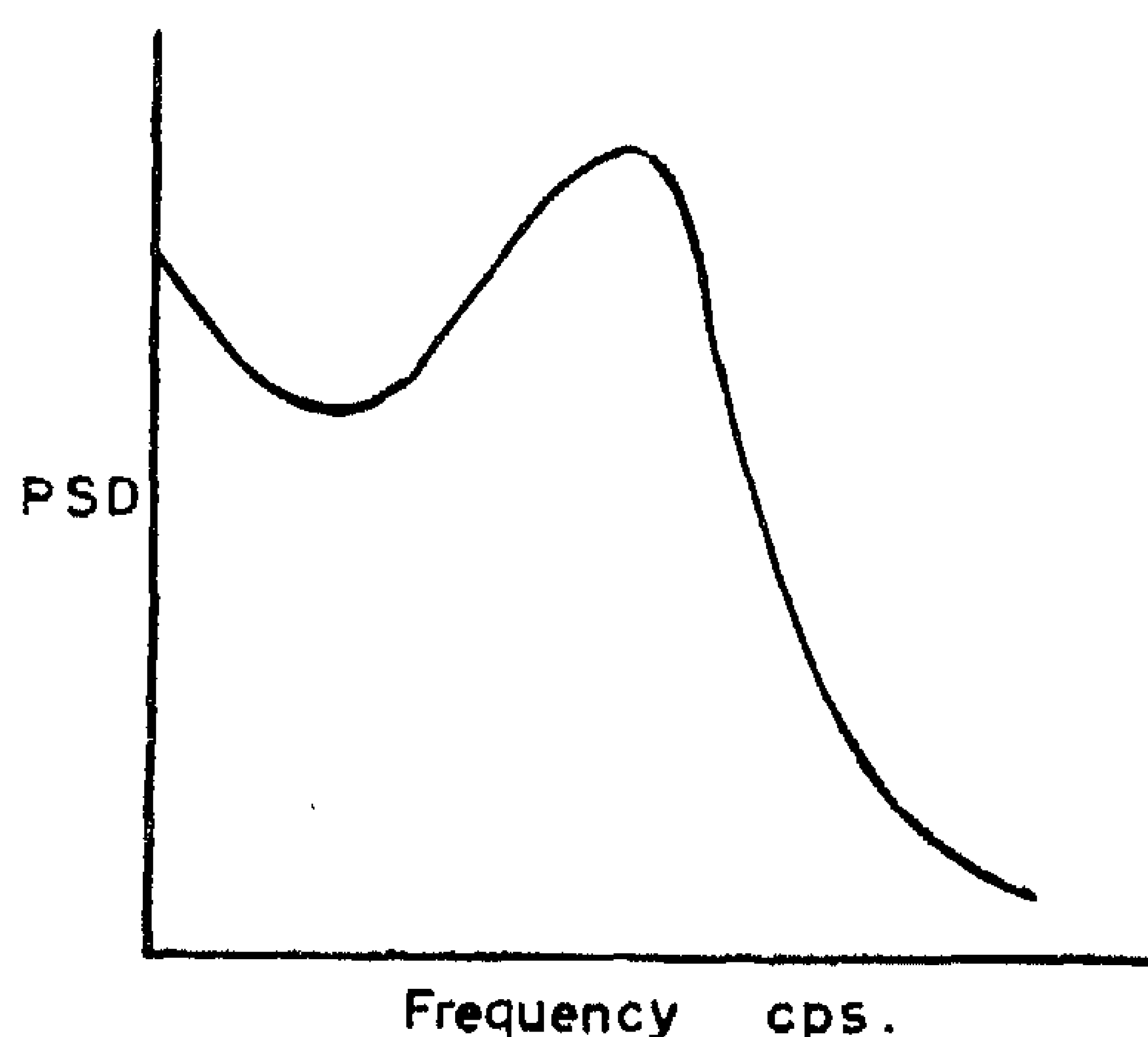
$$\frac{M_e}{M_o} = \left(1 + \frac{\partial M_s}{\partial M_p}\right)\left(\frac{\ln u}{2u}\right)\left(\frac{V/V_i}{1-D/F}\right)\left[\,1-\left(\frac{V_e}{V}\right)^2\left(\frac{R_e}{R}\right)-1\right]$$

Where, M_e, payload mass, M_o, gross mass of rocket, M_p, propellant mass, U, mass ratio $= \dfrac{M_o}{M_o - M_p}$, V, velocity of rocket, V_i, velocity of ideal rocket at burnout = clnu, D, drag, F, thrust, V_e, escape velocity $= 2_g R_e$, R, the distance of the rocket from the center of earth, R_e, earth radius.

The structural mass of a stage can be approximated by the sum of two terms in. Taylor expansions to determine the structural mass. The functional relationship between M_s, F, and M_p can be found from the equation of motion of the rocket.

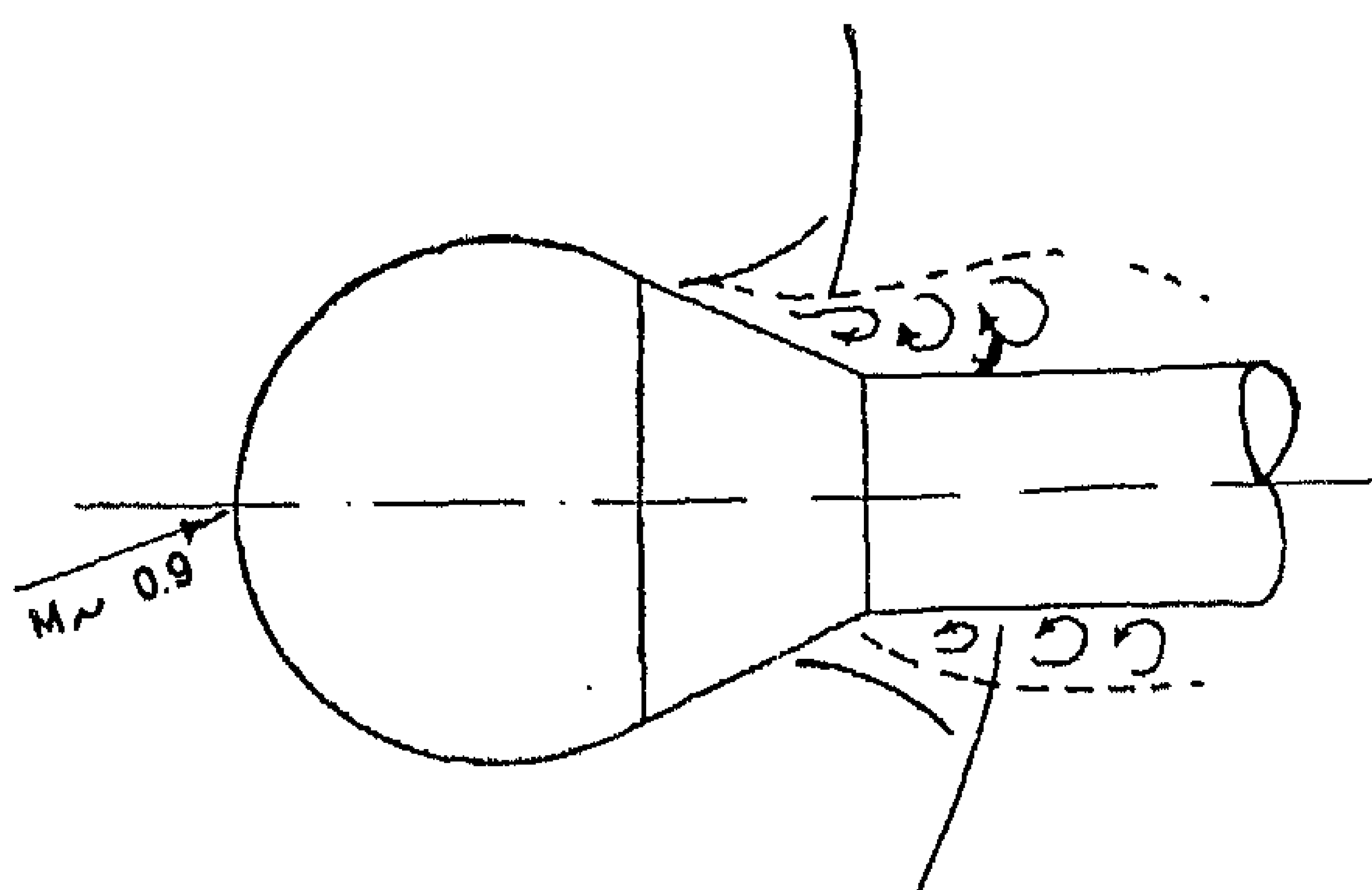
$$M_S \cong M_{s_{F_o}} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\partial^n M_s}{\partial F^n} \cdot \frac{F^n}{n!} + M_{s_{p_o}} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\partial^n M_s}{\partial M_p^n} \cdot \frac{M_p^n}{n!}$$

of rocket surface concerned becomes subject to non-steady aerodynamic forces. This happens for rockets with hammerhead nose shapes and also for cone-cylinder configurations at appreciable turn angles of attack due to gusts or manoeuvrability requirements. The forcing function input due to this phenomenon is called "buffeting". For a rocket desigher, two problems to be analysed carefully in that respect, the buffeting problem and the vehicle response due to the oscillatory force, specially the buffeting phenomenon can be described as the occurance of localized fluctuating pressure produced by separated flows and shock wave-boundary layer interaction. This dynamic behaviour causes stability and control problems and also causes venting problems associated



Typical (PSD) curve for hammerhead nose configuration.

Fig 4



Hammerhead nose shape with shocks at transonic speed with angle of attack

Fig 3

with rapid local static pressure drop. Due to this phenomenon a series of launch vehicle failures occured (Atlas missile) during the transonic portion of their launch trajectory. The buffet depends entirely on the vehicle configuration. It is measured by the power spectral density (PSD) [(press.)^2 / frequency cps].

The (PSD) provides a rough measure of the ability of a pressure to produce a structural response in a given frequency band. On the other hand the aerodynamic undamping effect caused by the separated flow may drastically affect the dynamic stability of the rocket. In order to obtain a clear picture, consider non-steady flow produced by varying the angle of attack. The pressure coefficient, C_p, becomes a function of both the axial distance, x, and the flow angle of attack, α, i.e.

$$dC_p = \frac{\partial C_p}{\partial x} dx + \frac{\partial C_p}{\partial \alpha} d\alpha$$

Introducing the non-dimensional axial coordinate, ξ, such that $\xi = \frac{x}{d}$, the above equation becomes :

$$C_{p_\xi} = \left(\frac{\partial C_p}{\partial \xi}\right)_\alpha + \left(\frac{\partial C_p}{\partial \alpha}\right)_\xi \cdot \frac{\dot{\alpha} d}{U_e}$$

Where U_e, is the velocity at the edge of the boundary layer. On the leeward side, from Prandtl-Meyer expansion, we see that $\left(\frac{\partial C_p}{\partial \alpha}\right)_\xi$ is negative and $\left(\frac{\partial C_p}{\partial \xi}\right)_\alpha$ might be negative or positive, depending upon the location considered.

Now, if the pitching motion parameter, $\frac{\dot{\alpha} d}{U_e} > 0$, we see from the above equation that $C_{p\xi}$ decreases, i.e., the pressure gradient becomes favorable and hence the boundary layer separation will be delayed. The nonsteady separation will lag behind its steady position.

For some medium range ASM's (Hound Dog) requiring high degree of accuracy, care should be made in designing a system for gust alleviation. Gust alleviation control system is a system that minimizes the despersion of the missile due to gusts. The idea is very simple, consider a canard control type missile. During a flight, when a gust is encountered a change in angle of attack occurs ($\triangle \alpha$), this change in angle of attach gives rise to change in the lift acting on the tail ($\triangle L_t$) and also a change in the lift acting on the canard ($\triangle L_c$). Consequently a change in the pitching moment will occur ($\triangle$ M). The function of the gust alleviator is to cancel the lift increments due to $\triangle \alpha$ by deflection of suitable control surfaces. Thus the elevon and canards have to be deflected by angles δ_e and δ_c respectively, so as to diminish the effect of the lift increments $\triangle L_t$ and $\triangle L_c$. This can be done satisfactorily through an integrated control system.

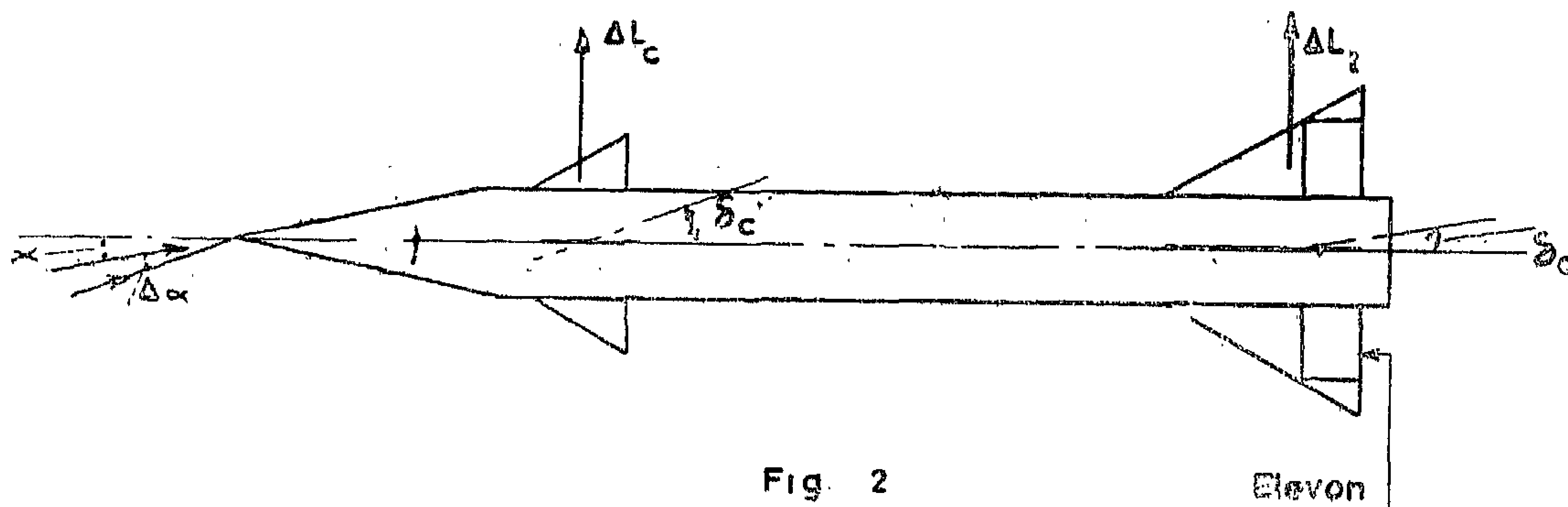


Fig. 2

Total weight of a missile :

Generally, for any missile, the total weight is a linear function of the payload for a given design, also it is a linear function of the missile outer corss-sectional area for constant payload. Mathematically, those relationships can be written as :

$$W_o = K(F, I_s, C_D, \tau, \frac{W_p}{W_R}) P + K(F, I_s, C_D, \tau, \frac{W_p}{W_R}) S$$

Where; F thrust, I_s, specific impulse, C_D, drag coefficient, τ, burning time, W_p, initial propellant weight, W_R, initial rocket motor weight, W_o initial total missile weight, P. payload and S, missile outer cross section area. The choice of S for a specific mission depends upon several parameters, which are, I_s, P_c, $\dot{r}$ burning rate) K_n (nozzle area ratio), K_I (internal area ratio), the type of propellant used and the grain geometry. It must be noted here that the best choice of propellant is not always obvious from picking up the highest I_s. For end burning case, the propellant with largest I_s may have a burning rate so small that a large body diameter is required in comparison with other propellants which imposes a severe drag penalty that completely offests, the advantages of high I_s.

Non-Steady Aerodynamic Forces :

During the subsonic portion of a rocket flight, some regions on its surface might encounter appreciable change in flow direction (expansion) which leads to the formation of localized supersonic region, where shock-boundary layer interaction occurs. In that stage of flow regime, the boundary layer could not sustain the comparatively large adverse pressure gradients, and as a result boundary layer separation occurs. Due to separation, the part

craft quite far from the defensive zone as well as SSM's are more suitable. In that context several reliable weapon guidance systems such as television, infrared, contrast differentiators, image lock-on, etc. would increase the accuracy of delivery weapons.

Air defense system :

One of the most critical problems nowadays is the development of a reliable defensive system against air attack. There are two basic problems that constitute the major difficulties in designing this system. First — the defense system response time, i.e. the time available to detect and identify the attacking flying object and then launch a counter weapon. Second — the tremendous increase in the cost of modern defensive weapon systems. As an example for the first problem, consider a high subsonic attack from an altitude of approximately 45,000 ft. The defensive system reaction time will be approximately 30 min. Merely moving this subsonic object down to an altitude of approximately 500 ft. in place of 45,000 ft. will reduce the reaction time by approximately 15 : 1, or down to about 2 min. Not only is the reaction time reduced with increases of speed and decreases in altitude, but so are the problems of detection, tracking and guidance.

Air to air missiles (AAM) :

In order to launch a missile from an aircraft to intercept and destroy another one, there are several methods of guidance that lead the missile successfully to its target. However if the attacked aircraft is equipped with electronic counter-measure devices (jamming devices) which give false information about the target location an effective guidance system which can be incorporated in this kind of missile is a simplified version of proportional navigation. In order to design a high performance AAM with high probability of interception and killing, several performance parameters should be optimized in order to obtain the most beneficial compromise between the design parameters. The quantity that should be maximized is the range of interception subject to the constraints, a given lower bound of the final Mach number of the missile (which depends upon the altitude and the speed of the target aircraft) and the minimum available acceleration (No. of g's) of the missile (which depends upon the thrust magnitude and the time of burning). In that context the independent variables are the parameters governing the guidance and manoeuvrability of the missile such as :

- $K_{\dot{\theta}}$, booster autopilot gain in pitch rate.
- K_{θ}, booster autopilot gain in pitch angle.
- Θ_c, pitch angle command.
- B_2, normal acceleration bias during coast from end of stage one to ignition of stage two (only for two stage missiles).
- B_1, normal acceleration bias from ignition of stage one or two to interception (for single or two stage missiles respectively).
- F_c, ignition time lag of stage two (for two stage missiles).
- R_T, initial launch range of the missile from the target.

Thus the variational problem at hand is to maximize the function :

$$R_f = R_f\,(K_{\dot{\theta}}\ ,\ K_{\theta},\ \Theta_c,\ B_1,\ B_2,\ F_c,\ R_T)$$

subject to the constraints :

$$M_f = M_f\,(K_{\dot{\theta}}\ ,\ K_{\theta},\ \Theta_c,\ B_1,\ B_2,\ F_c,\ R_T)$$

$$G = G\,(K_{\dot{\theta}},\ K_{\theta},\ \Theta_c,\ B_1,\ B_2,\ F_c,\ R_T)$$

DESIGN ASPECTS OF TACTICAL ROCKETS

By

Dr. MOHAMED NABIH WAGDI

INTORDUCTION

This article is intended for the introduction of some of the problems facing the tactical missile designer. Before proceeding, a significant remark should be made first. The result of the current rate of technical development is that there are often more new directions in which scientific and technological advances can go than can be combined in a single system. It is therefore almost impossible for a single committee to pick the combination of new capabilities which will make the ideal new weapon system.

Weapon System Requirements :

Generally, modern tactical weapons should have greater payload capability, greater range, greater speed, more accuracy, more versatility and should be able to operate in a broader environment. To provide a suitable versatility for a rapidly-changing war situation, the tactical weapon unit should incorporate a digital computer (ground or airborne).

One of the most disastrous factors in any war is the low percentage of target kill. Thus it is rather essential in a weapon system to offer a high degree of accuracy and reliability. For example, in the case of air to ground missiles, to obtain the desired delivering accuracy, the parent aircraft, continuously tracks the target by means of a high resolution radar and feeds this information directly to a digital computer on board the missile.

Attack Potential and Attack Effectiveness

In any war the probability of having a shortage in existing attack aircraft and missiles is considerable. This would widen the gap between the attack potential and attack effectiveness. Fig. (1) shows that the attack effectiveness (or potential) has its maximum when

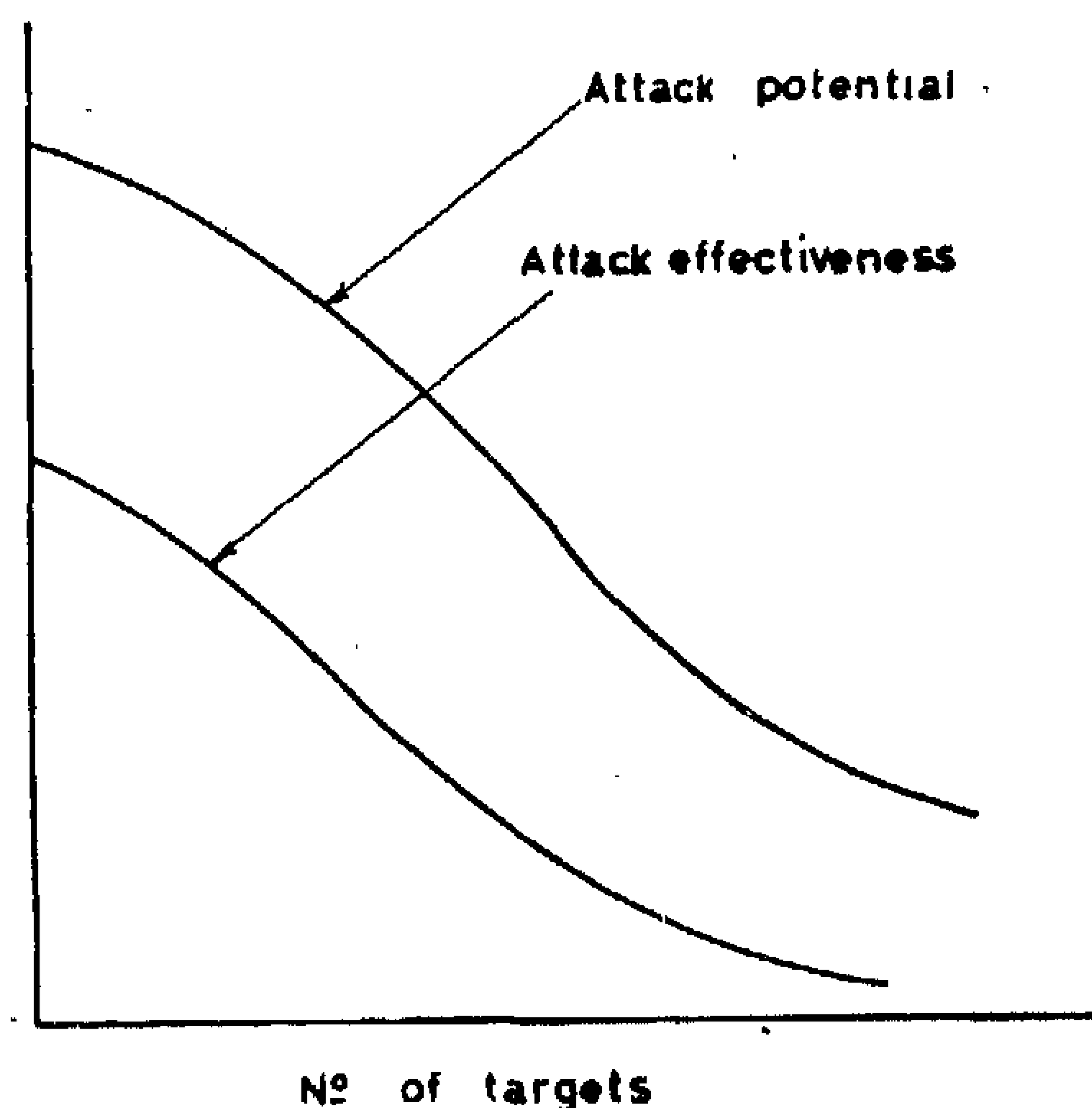


Fig 1

there is only one target and decreases monotonically as the number of targets increases. Other factors that affect the attack potential are the size and the hardness of the targets, the weapon delivery accuracy and the target area defense. Deployment of different types of tactical missiles and aircraft would degrade this problem. As an example, attack aircraft would be suitable for destroying targets with light air defense systems. In such case, the attack effectiveness would increase if the aircraft are equipped with electronic countermeasure devices. However, for targets with heavy air defense systems. the ASM's (air to surface missile) launched from a parent air-

CONCLUSIONS

1. The graphical methods deviced for the exploration of the static response of a distillation proved to be in fair agreement with the experimental work.

2. Although in this work we have considered only feed composition disturbances and the discussion was confined to only two control schemes, the same approach could be extended to determine the static response for any combination of upsets and control arrangements.

3. The correlation of results in the manner indicated in this paper readily gives a quantitative measure of the capability of various control arrangements.

4. It should be emphasized, however, that the ability of a certain scheme to maintain a particular steady- state composition is independent of the type of controller used, measuring element or correcting unit parameters, and accordingly the study of the static behavious of distillation columns presented here holds for both manual and automatic control.

NOMENCLATURE

Z_F = Feed composition, mass fraction of the more volatile component.

D = Distillate rate.

W = Bottoms' rate.

X_n = Liquid composition on n^{th} plate.

q = Liquid fraction of feed.

V_R = Vapour flow in rectifying section.

L_R = Liquid flow in rectifying section.

L_s = Liquid flow in stripping section.

V_s = Boil-up rate.

S = Slope of the upper operating line.

X_q, Y_q = Coordinates of the point of intersection of the two operating lines and the q-line.

F = Feed rate, assumed equal to one in this analysis.

REFERENCES

1. Mc Cabe W.L. and Thiele E.W. : Ind. Eng. Chem., 17, 605-11 (June 1925).

2. Stoppel A. E. : Ind. Eng. Chem., 38, 1271-2 (Dec. 1946).

3. Horvath P.J. and Schubert R.F. : Chem. Eng., P. 129-32 (Feb. 1958).

4. Lowenstein J.G. : Ind. Eng. Chem., 54, 43-6 (Jan. 1962).

5. Aboul-Seoud H.H. : Fac. of Eng. Bulletin P. 431, Cairo University 1964.

6. Rifai M.A. : M. Sc. Thesis Cairo University (1965).



Concentration Profiles :

A deeper insight into the behavious of column may be obtained by considering the distribution of composition that is reached with different compositions of the feed and with different control schemes.

For the control scheme "A", Fig. 10 shows the various shifts in the liquid concentration

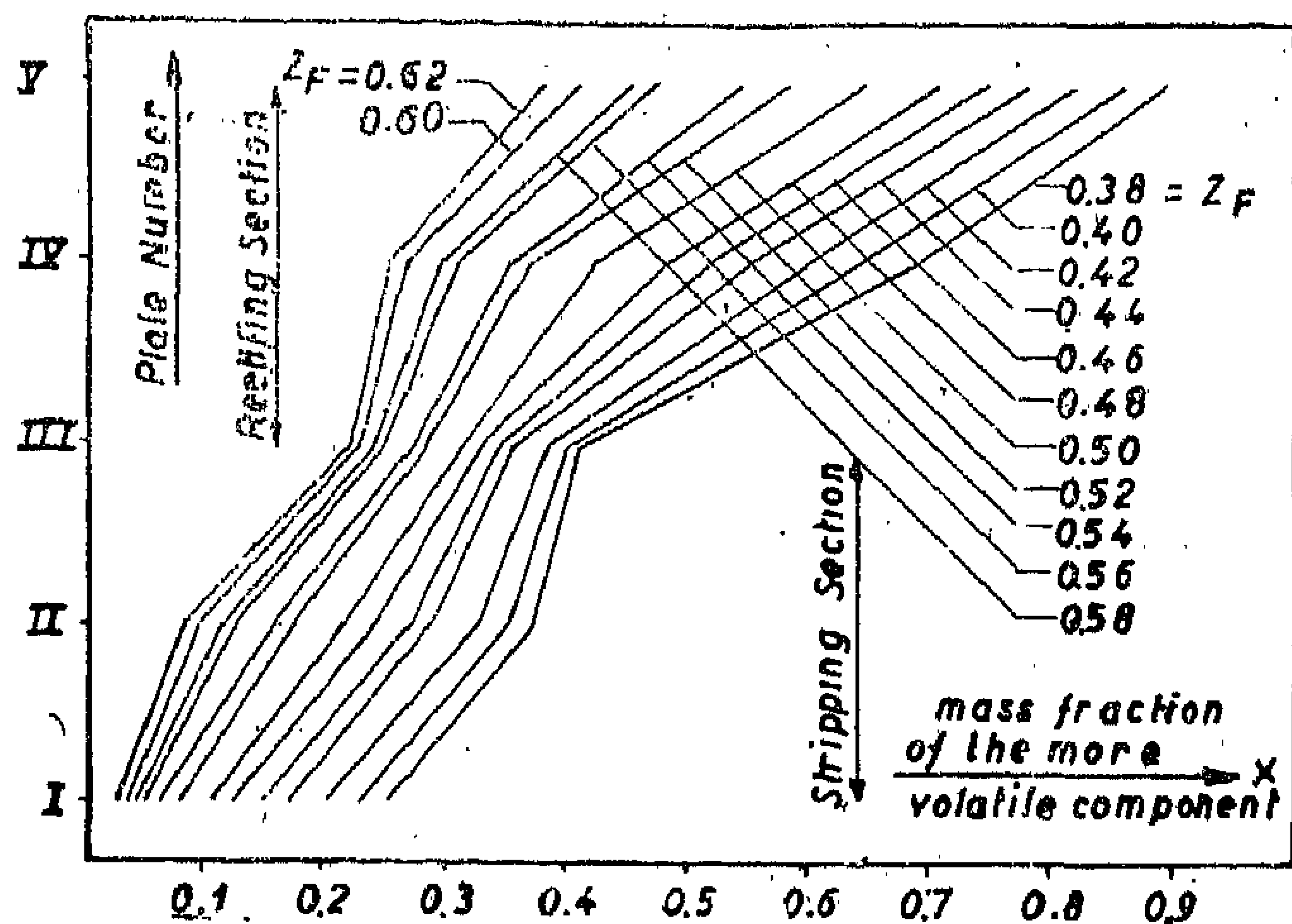


Fig. 10

profile corresponding to different compositions of the feed. Fig. 11 gives the vapour concentrations gradient in the column.

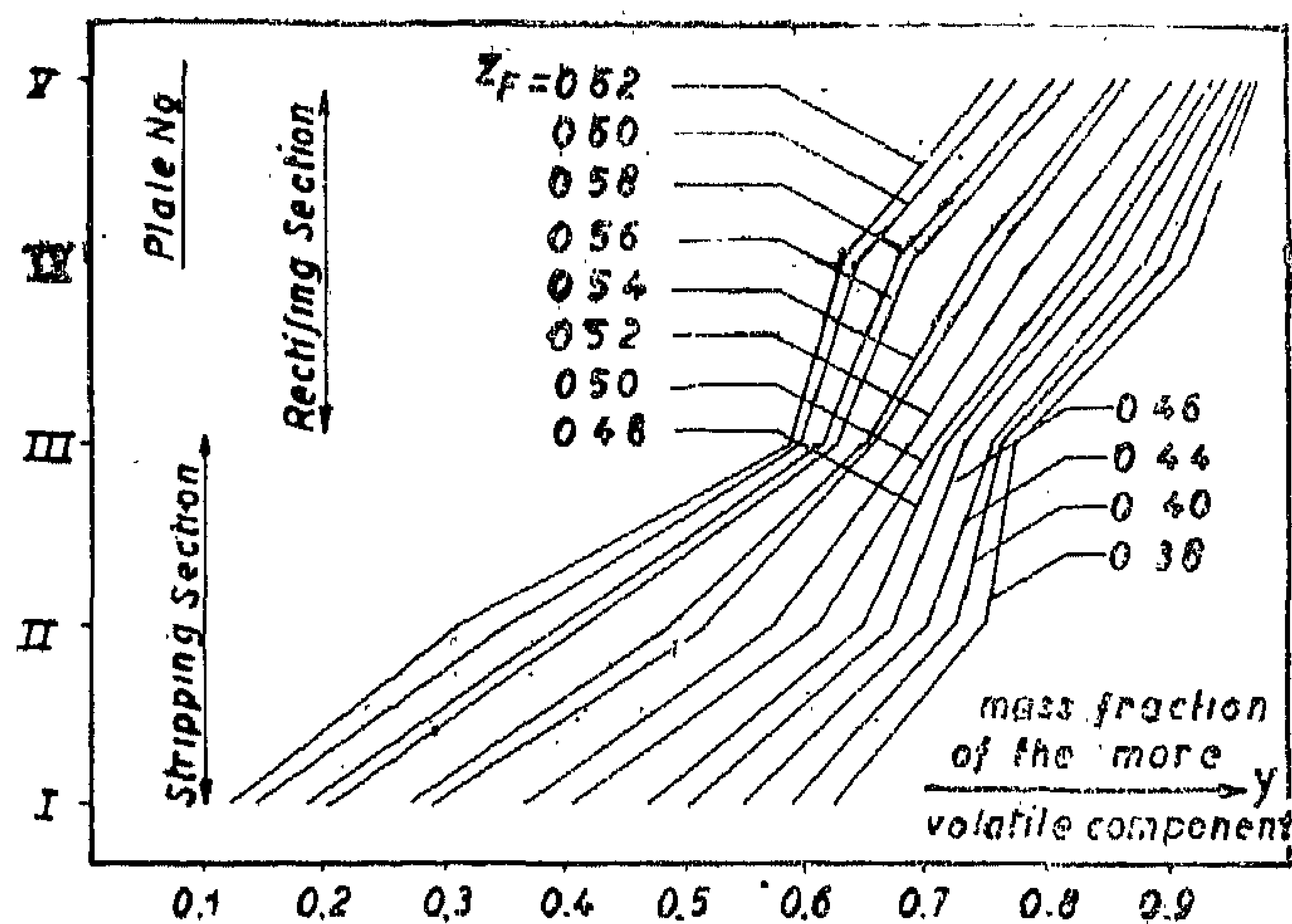


Fig. 11 Vapour composition profiles for different feed compositions (Scheme A).

The effect of control system adopted is further elucidated by comparing these figures to Figs. 12 and 13 which show the shifts in the concentration gradients when tower is under control scheme "B" for the same values of feed compositions.

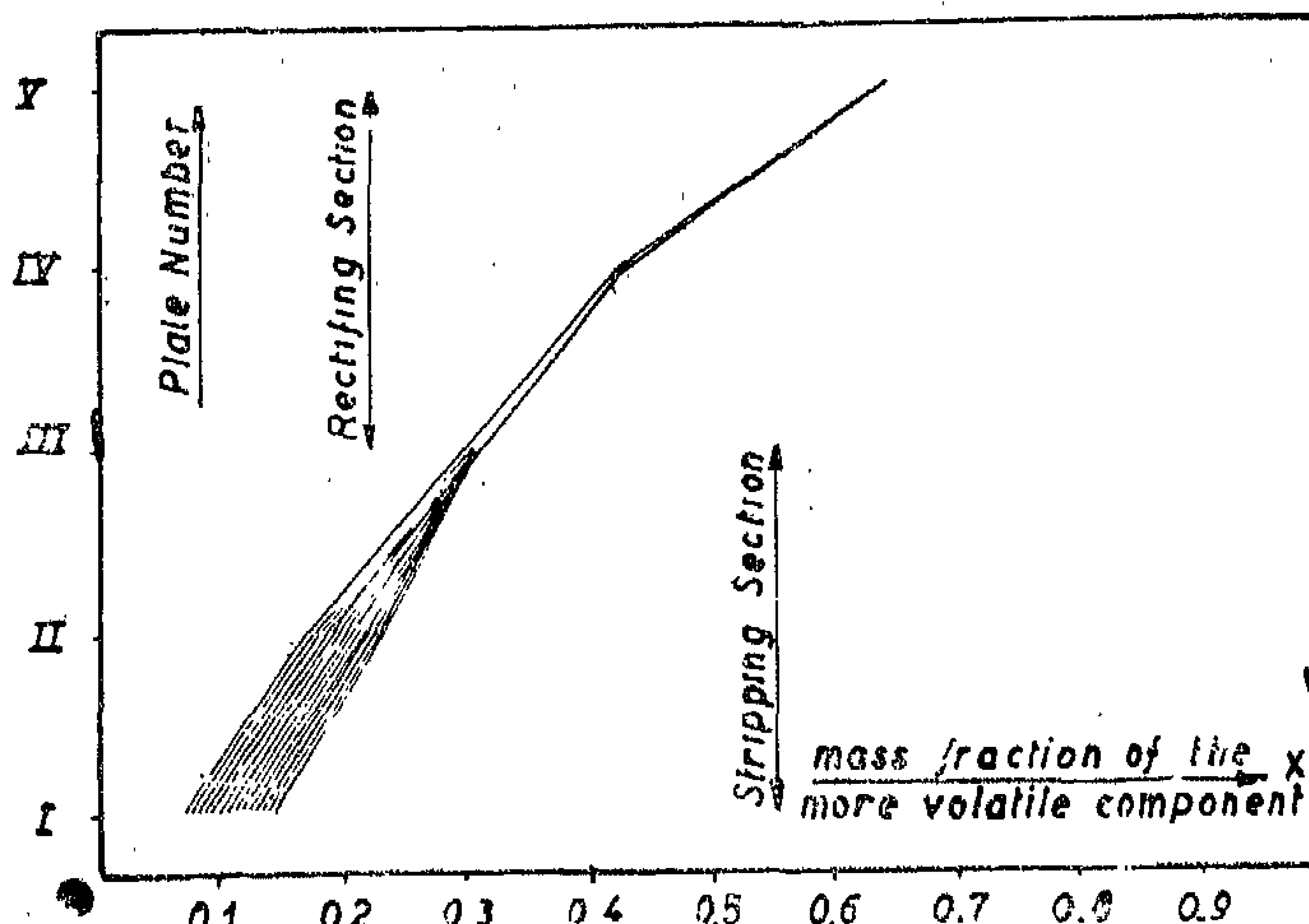


Fig. 12 Liquid concentration profiles for different feed compositions (Scheme B).

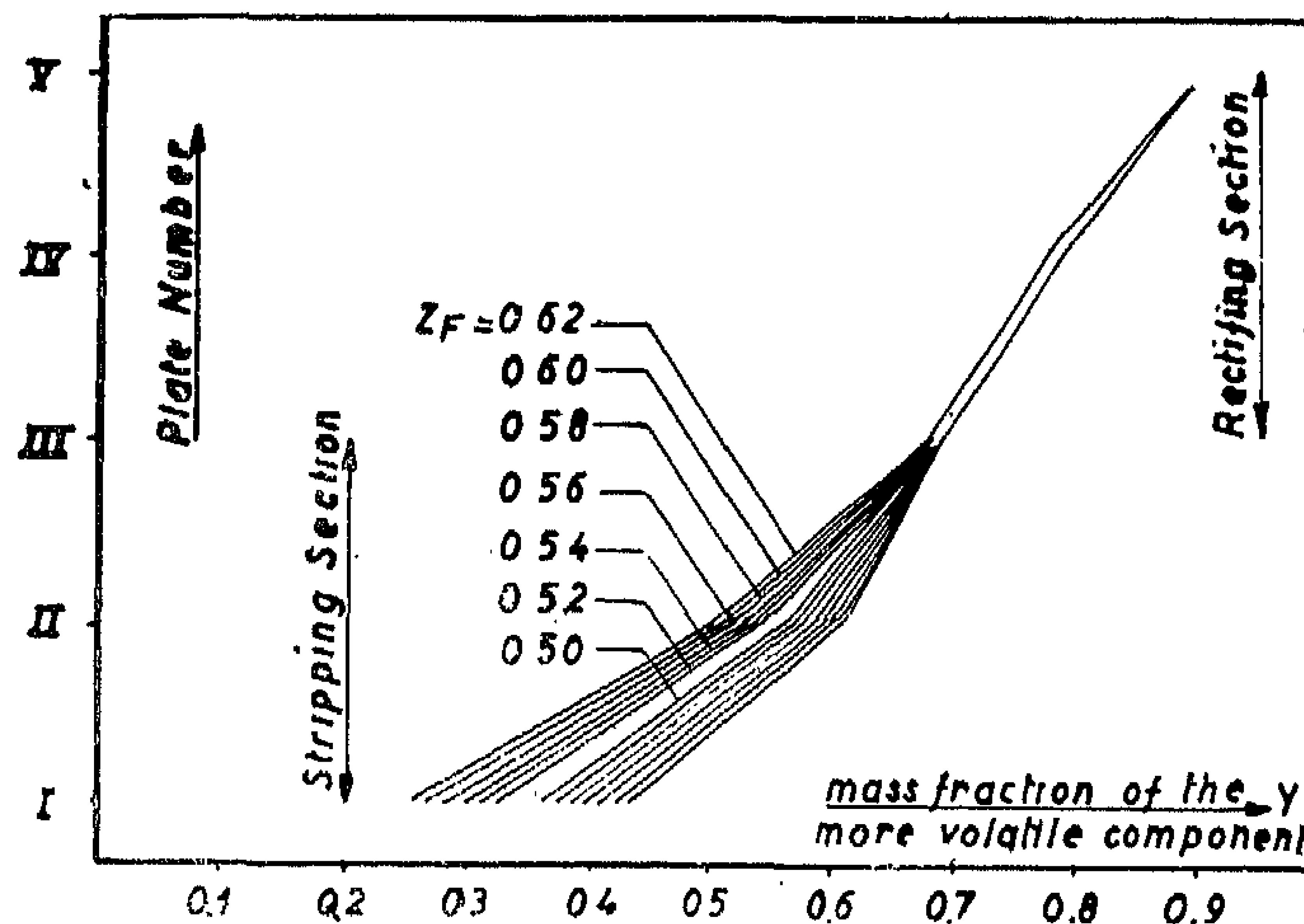


Fig. 13 Vapour ,composition profiles for different feed compositions (Scheme B).

It is clear that such a system provides a much better control operation. The deviation from the normal steady-state operating compositions being less in the rectifying section which is directly controlled. Had the bottom product been the one which constancy of its composition it more valuable, a control over the composition of the vapour in the reboiler vapour space would have been preferable. In this case, the composition profiles in the stripping section are expected almost to coincide.

In the case of control scheme "B", the reflux rate increases with the increase in the composition of the feed in order to keep the top vapour composition. This correction will, more or less, maintain a constant slope of the upper operating line and will also minimise the deviation occuring in the slope of the lower operating line.

Fig. 9 represents the variation in the composition of both liquids and vapours on the plates with the composition of the feed. It is noticed that the shape of these curves is not the same. This can be attributed to that the equilibrium curve has different curvatures in the regions within which different plates are operating.

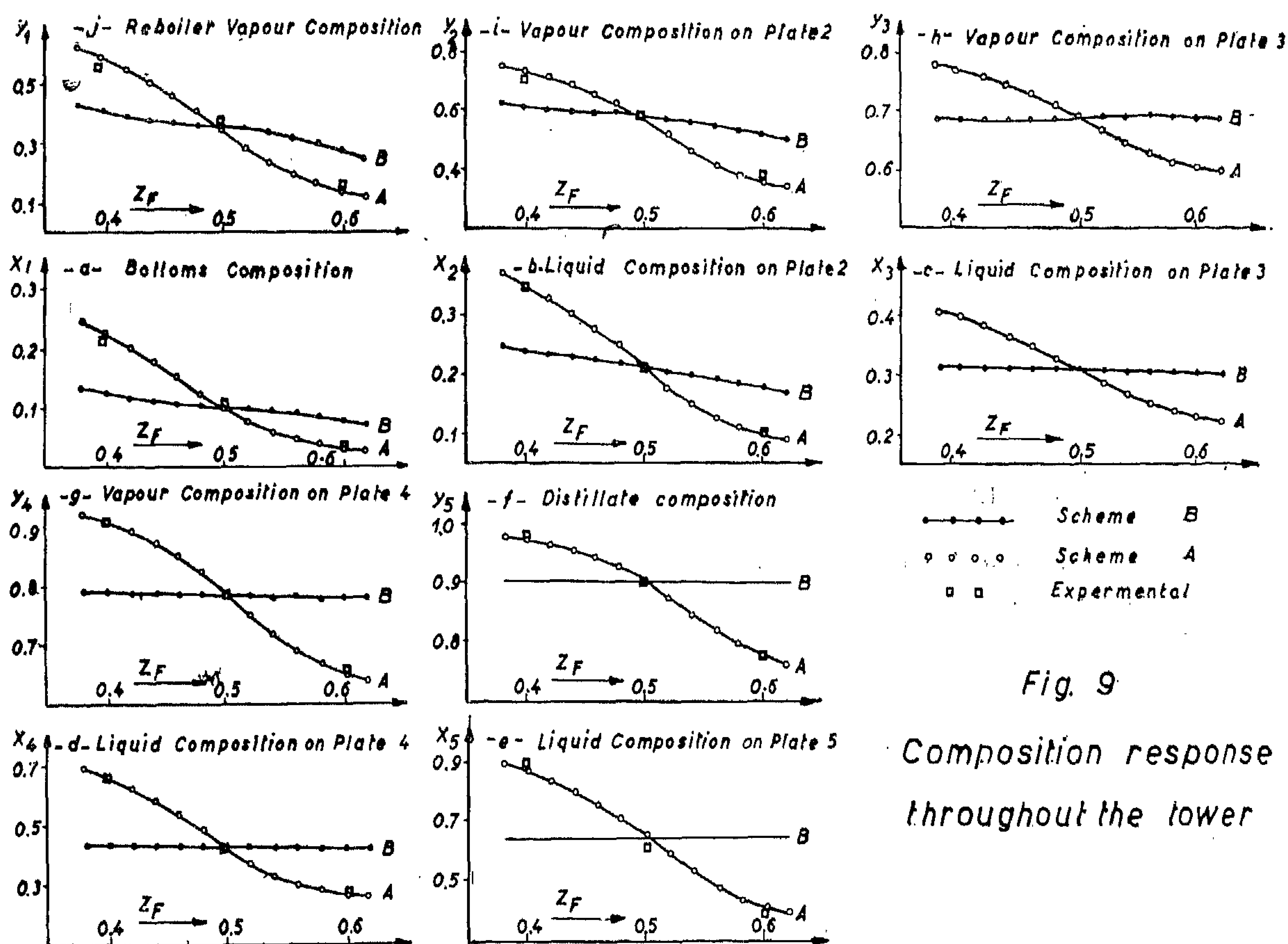


Fig. 9

Composition response throughout the tower

There is a similarity between Fig. 9-a and Fig. 9-f representing the composition of the bottoms and distillate. This is due to that the X-Y diagram has a similar curvature in the range of compositions covered by these.

Fig. 9-a and 9-f however, have opposite curvature because, if for a given change in feed composition the progress along the equilibrium line for the top plate is in a direction of increasing curvature, the bottom plate will follow the X-Y curve in the direction of decreasing curvature.

The same argument holds for the explanatien of the similarity between Fig. 9-d and 9-i.

The general trend of the remaining curves is the inverted S shape but with a major difference between the two control schemes. In the case of control scheme "A", the curve flattens as the deviation in the feed composition from the reference composition (0.5) increases, whereas curves drawn for scheme "B" steepen out the greater the departure in the composition of the feed stream. Nevertheless, the latter provides a better control operation.

TABLE — 2 —

VARIOUS OPERATING CONDITIONS (CONTROL SCHEME "A")

Z_F	D	W	L_R	V_R	L_s	V_s	L_R/V_R	L_s/V_s
0.38	0.182	0.818	0.4	0.582	1.215	0.4	0.686	3.050
0.40	0.235	0.765	0.4	0.635	1.165	0.4	0.628	2.923
0.42	0.293	0.707	0.4	0.693	1.111	0.4	0.580	2.770
0.44	0.350	0.650	0.4	0.750	1.050	0.4	0.555	2.645
0.46	0.395	0.605	0.4	0.795	1.005	0.4	0.510	2.511
0.48	0.447	0.553	0.4	0.847	1.995	0.4	0.472	2.380
0.50	0.500	0.500	0.4	0.900	0.900	0.4	0.444	2.250
0.52	0.560	0.440	0.4	0.955	0.847	0.4	0.420	2.118
0.54	0.600	0.400	0.4	1.005	0.795	0.4	0.399	1.960
0.56	0.665	0.335	0.4	1.050	0.740	0.4	0.379	1.800
0.58	0.705	0.295	0.4	1.111	0.693	0.4	0.360	1.740
0.60	0.765	0.235	0.4	1.165	0.635	0.4	0.342	1.592
0.62	0.815	0.185	0.4	1.215	0.582	0.4	0.328	1.457

TABLE — 3 —

VARIOUS OPERATING CONDITIONS (CONTROL SCHEME "B")

Z_F	D	W	L_R	V_R	L_s	V_s	L_R/V_R	L_s/V_s
0.38	0.324	0.676	0.255	0.582	1.071	0.4	0.435	2.675
0.40	0.354	0.646	0.277	0.635	1.040	0.4	0.435	2.600
0.42	0.384	0.616	0.300	0.693	1.010	0.4	0.436	2.525
0.44	0.413	0.587	0.325	0.740	1.983	0.4	0.438	2.450
0.46	0.442	0.558	0.350	0.795	1.955	0.4	0.440	2.400
0.48	0.471	0.529	0.375	0.847	1.927	0.4	0.442	2.290
0.50	0.500	0.500	0.400	0.900	1.900	0.4	0.444	2.250
0.52	0.532	0.467	0.425	0.955	1.872	0.4	0.446	2.200
0.54	0.560	0.440	0.449	1.005	1.844	0.4	0.447	2.100
0.56	0.587	0.413	0.474	1.055	1.816	0.4	0.448	2.025
0.58	0.614	0.386	0.499	1.111	1.788	0.4	0.449	2.950
0.60	0.639	0.361	0.523	1.165	1.760	0.4	0.450	2.890
0.62	0.675	0.325	0.547	1.215	1.731	0.4	0.450	2.825

Fig. 8. During the steady-state operation of the column, the top and bottom products were mixed together in the collecting tanks and fed back to the column, thus providing a closed system. Liquid from the collecting thank was pumped to the constant head tank and from this, the feed passed to the column via a feed preheater.

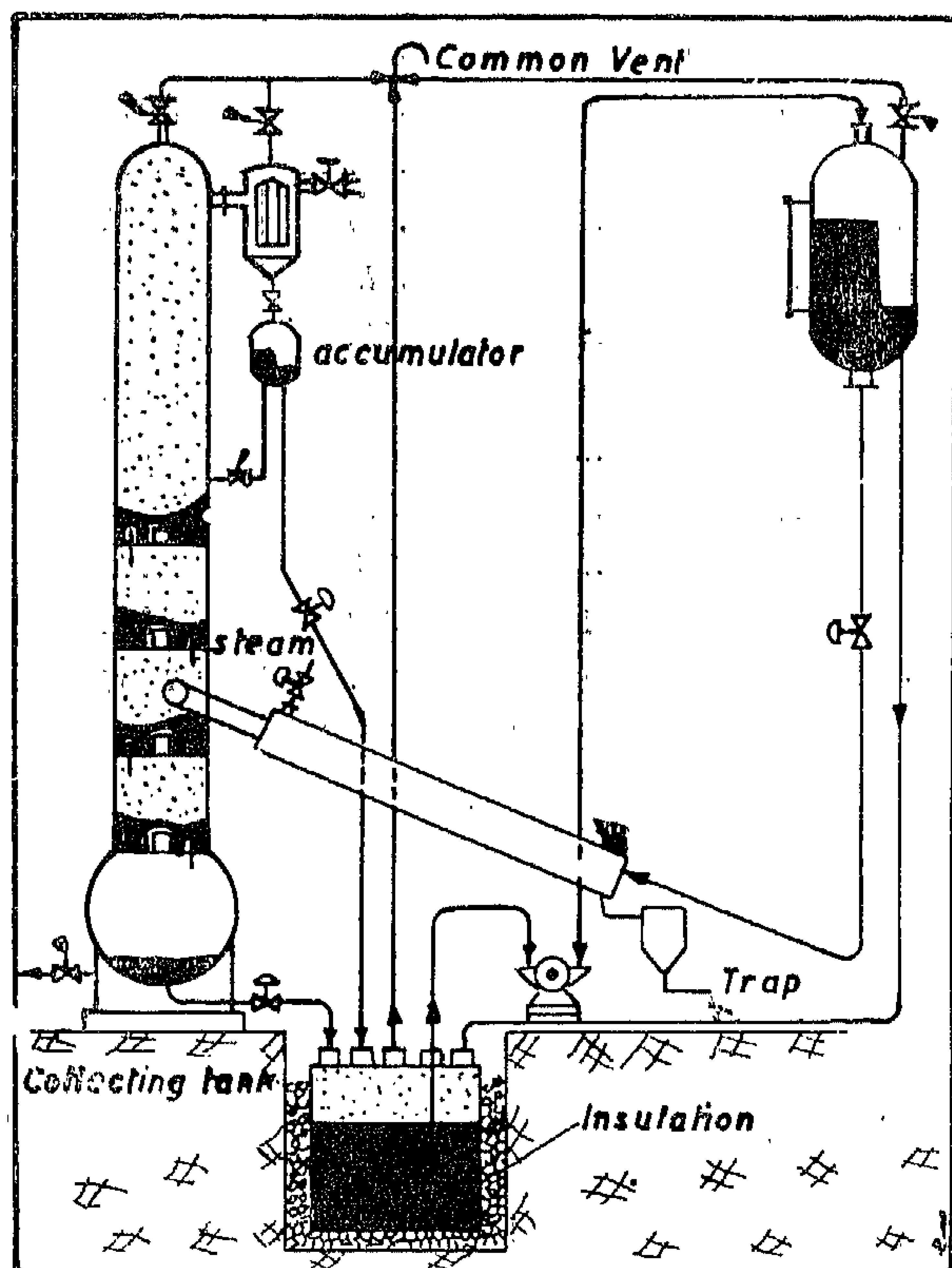


Fig. 8. Apparatus Setup

The column was first brought to equilibrium at a feed composition of 0.6 by taking the overflow from accumulator, reboiler and constant head tank where they were mixed and pumped back. Once the steady-state composition measurements are made, the new feed composition (0.5) may be achieved by adding to the collecting tank a suitable make-up of pure water.

Again when the samples of liquids and vapours were withdrawn, the composition of the feed may be altered to 0.6.

RESULTS AND DISCUSSION.

The graphical trial and error procedure was performed on an X-Y diagram using arithmetic scales for both axes. The correct trials giving the sets of the column operating conditions that are reached in response to wide spectrum of feed compositions are given elsewhere[6].

Data extracted from such graphs as Fig. 3, 4, and 7 can be more conveniently correlated in the form of curves relating the compositions at any point throughout the cloumn to feed composition. Accordingly, other operating conditions may be calculated and put into tables like Tables (2) and (3). Experimental results are only available for control scheme "A" and corresponding to feed composition of 0.4, 0.5 and 0.6 mass fraction acetone.

The most striking feature of the response curves is that the composition allover the tower becomes poorer in the more volatile component as the feed composition becomes richer. This is due to the fact that we are treating a constant-temperature feed and a change in the overall composition of the feed will not involve a change in the composition of the liquid and vapour streams entering to the tower but rather a change in the rate of flow of these streams.

An increase in feed composition is likely to increase the vapour rate in the rectifying section and to decrease the liquid flow in the stripping section. This will have the effect of decreasing the slope of the operating line in the rectifying section and decreasin the slope of the lower operating line. This will make the tower yield a poor distillate and a well-exhausted bottoms. This is accompanied with a simultaneous increase in the quatity of overhead and a reduction in the amount of residue. In the case of control scheme, "A", no action is taken by the control system to correct for this situation, and it is only normal to see such wide deviations in the compositions and the rates of flow of the products.

of the rectifying line S corresponds to the distance (d) shown in Fig. 6. This length is

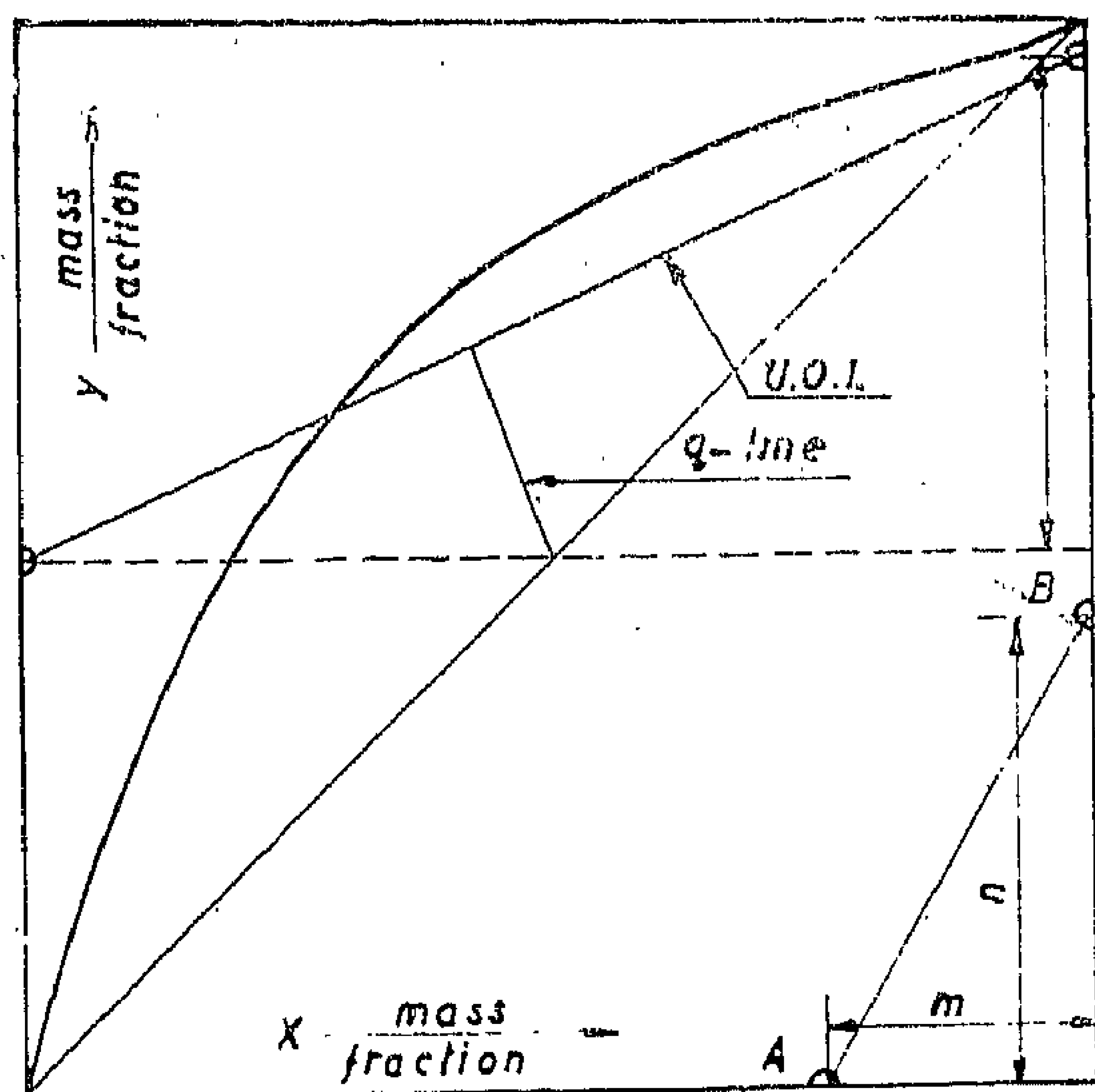


Fig. 6. Graphical interpretation of equation 10

transfered to the diagram similar to Fig. 5 on the S axis using a divider. The same divider could measure the distance (n) giving the value of L_s/V_s. Further, the stripping line could be drawn without any calculations. If the L_s/V_s axis was drawn with a length (m) representing a unit slope, this is used to locate a point A on the Mc Cabe-Thiele diagram as shown in Fig. 6. Using the divider with a length (n) to locate the point B, the line AB is thus a line having a slope $\frac{n}{1}$ = slope of the L.O.L..

ii — Procedure for graphical trial and error :

The procedure for solving the tower response to a certain feed composition is as follows :

1. Prepare a plot between L_s/V_s and S as described above, draw the q-line.

2. Draw the rectifying line through X_D, extrapolate it to cut the the lines X = 0 and X = 1.

3. Project one of its terminals to obtain the length (d), also locate the point A on the diagram.

4. (d) is taken on the divider to the plot described under step 1 and the corresponding (n) obtained and transfered to the Mc Cabe-Thiele diagram to give point B.

5. The stripping line is traced through (X_q Y_q) parallel to AB and steps for the stripping section are drawn in.

6. If the number of plates does not fit, assume another upper operating line repeating the same procedure starting at step 2 until the number of plates fitting between X_D and X_W is exactly 5.

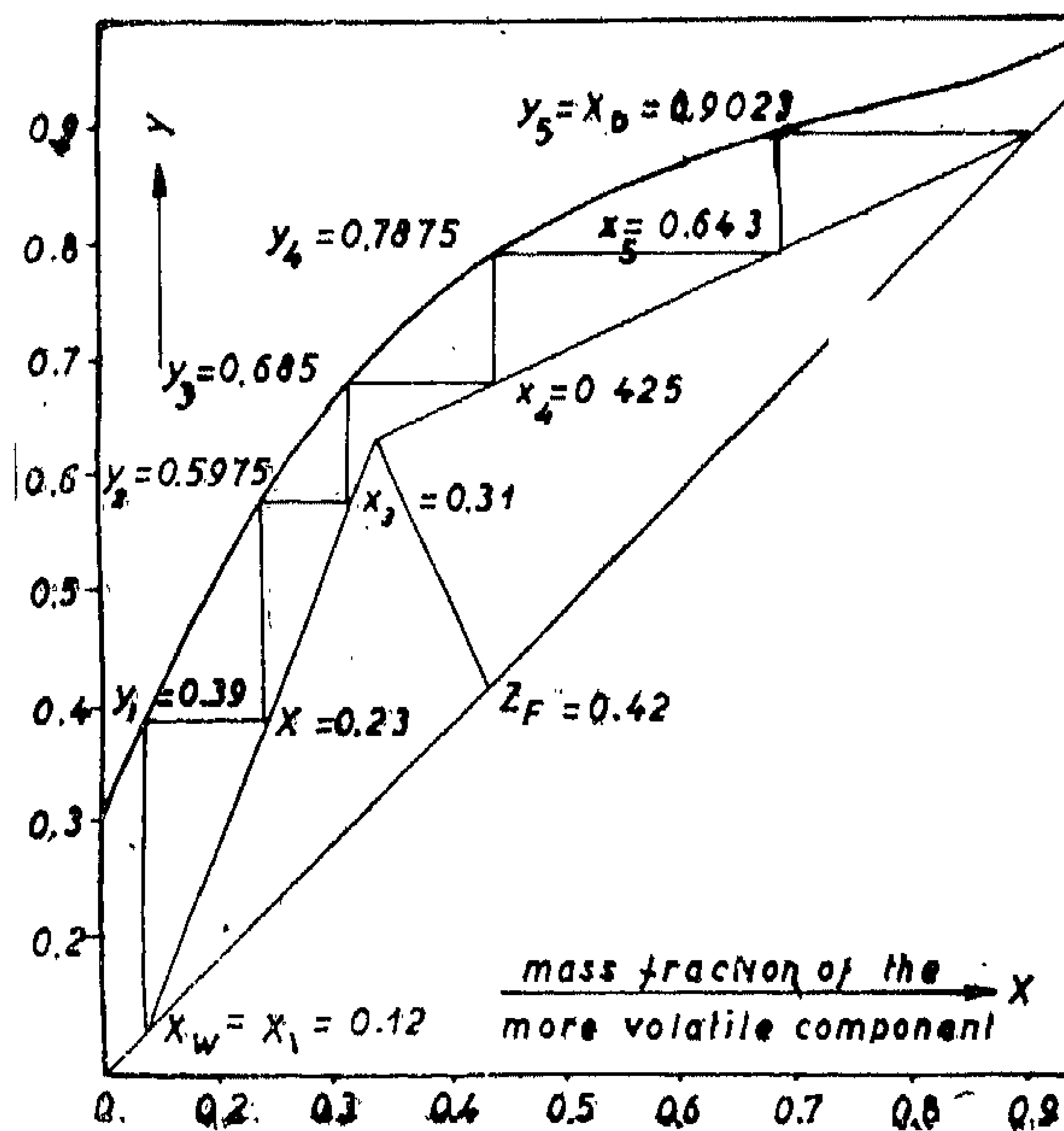


Fig. 7 Correct trial for scheme at $Z_F = 0.42$.

EXPERIMENTAL.

Experimental confirmation of the above-proposed method for the prediction of the static response of a distillation column was carried out in a 5-plate stainless steel column, 25 cm. nominal diameter with a plate spacing of 25 cm. Each of the plates was fitted with a single bubble cap of diameter 9 cm. having a riser 5.5 cm. and a single downcomer 0.7 cm. in diameter. The apparatus setup is shown in

6. Assume a new point (X_q, Y_q) on the q-line. Draw lines from this point parallel to the previous operating lines. Obtain new points representing X_D and X_W until the number of steps exactly fitting between X_D and X_W is 5.

7. Read out from the diagram the resulting concentrations of liquid and vapour all over the column as shown in Fig. 4.

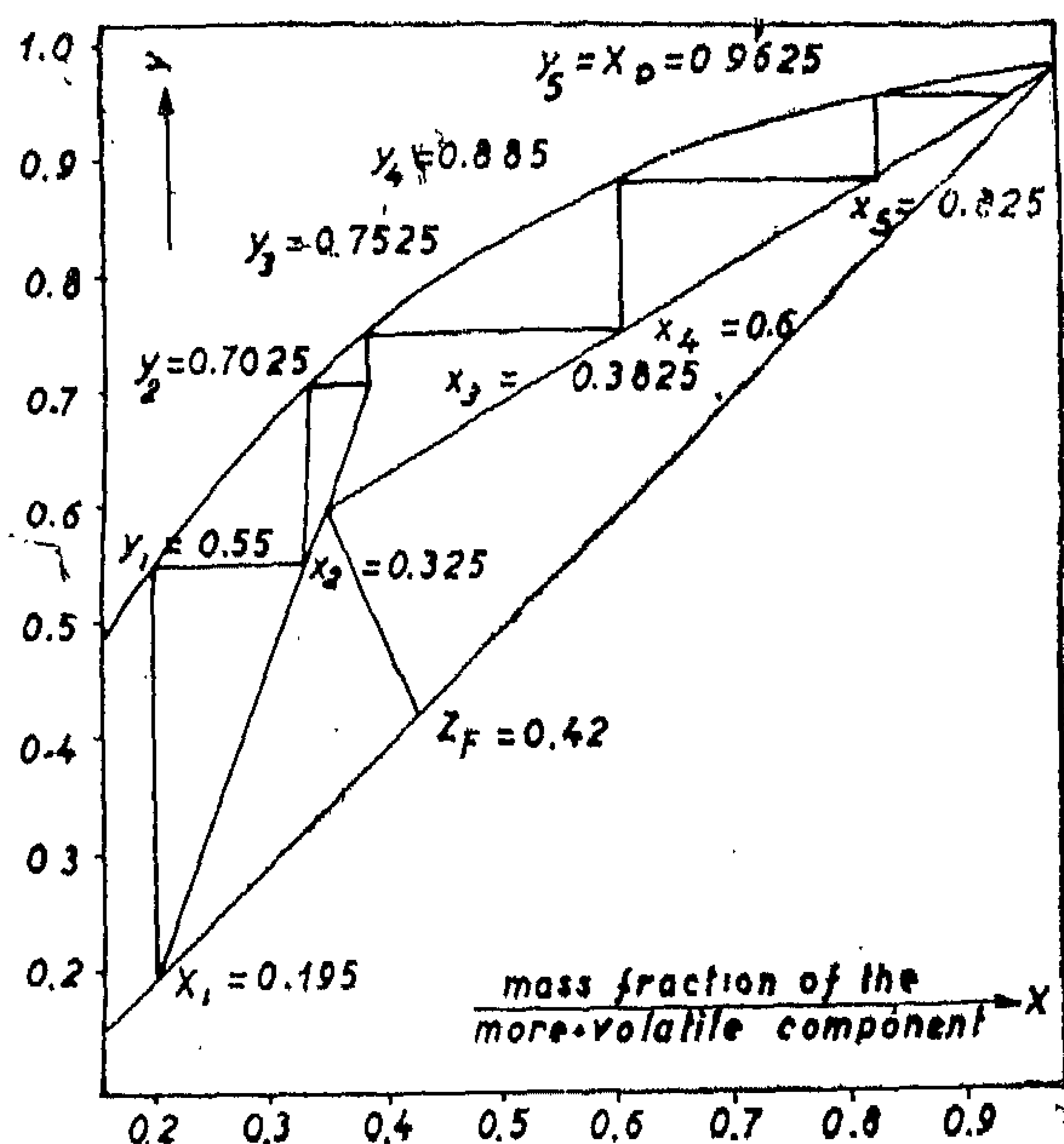


Fig. 4 Correct trial for scheme A at $Z_F = 0.42$.

d — *Response of control Scheme "B".*

In this scheme, F and V_s are kept constant at their optimal steady-state values, the composition of the overhead vapour leaving the top plate is controlled by varying L_R.

i — Relation between operating lines' slopes:

A relation can be developed between the slope of the upper operating line and that of the stripping line for a given feed composition.

As V_s is constant and equal to 0.4 we have that :

$$V_R = 0.4 + (1\text{-}q) \qquad (5)$$

Let the slope of the U.O.L. be S so that :

$$S = L_R/V_R \text{ or } L_R = S.\ V_R \qquad (6)$$

Combining (5) and (6) we get :

$$L_R = S\ [0.4 + (1\text{-}q)] \qquad (7)$$

$$\text{But } L_s = L_R + q \qquad (8)$$

Couplling (7) and (8) :

$$L_s = q + S\ [0.4 + (1\text{-}q)] \qquad (9)$$

Dividing both sides of equation (9) by V_s yields :

$$\frac{L_s}{V_s} = \frac{q}{0.4} + S\ [\frac{0.4 + (1\text{-}q)}{}] \qquad (10)$$

Equation (10) gives the slope of the L.O.L. in terms of the slope of the U.O.L. This relation can be drawn for several feed compositions by connecting the points (0, q/0.4) and (1, 3.5) as shown in Fig. 5.

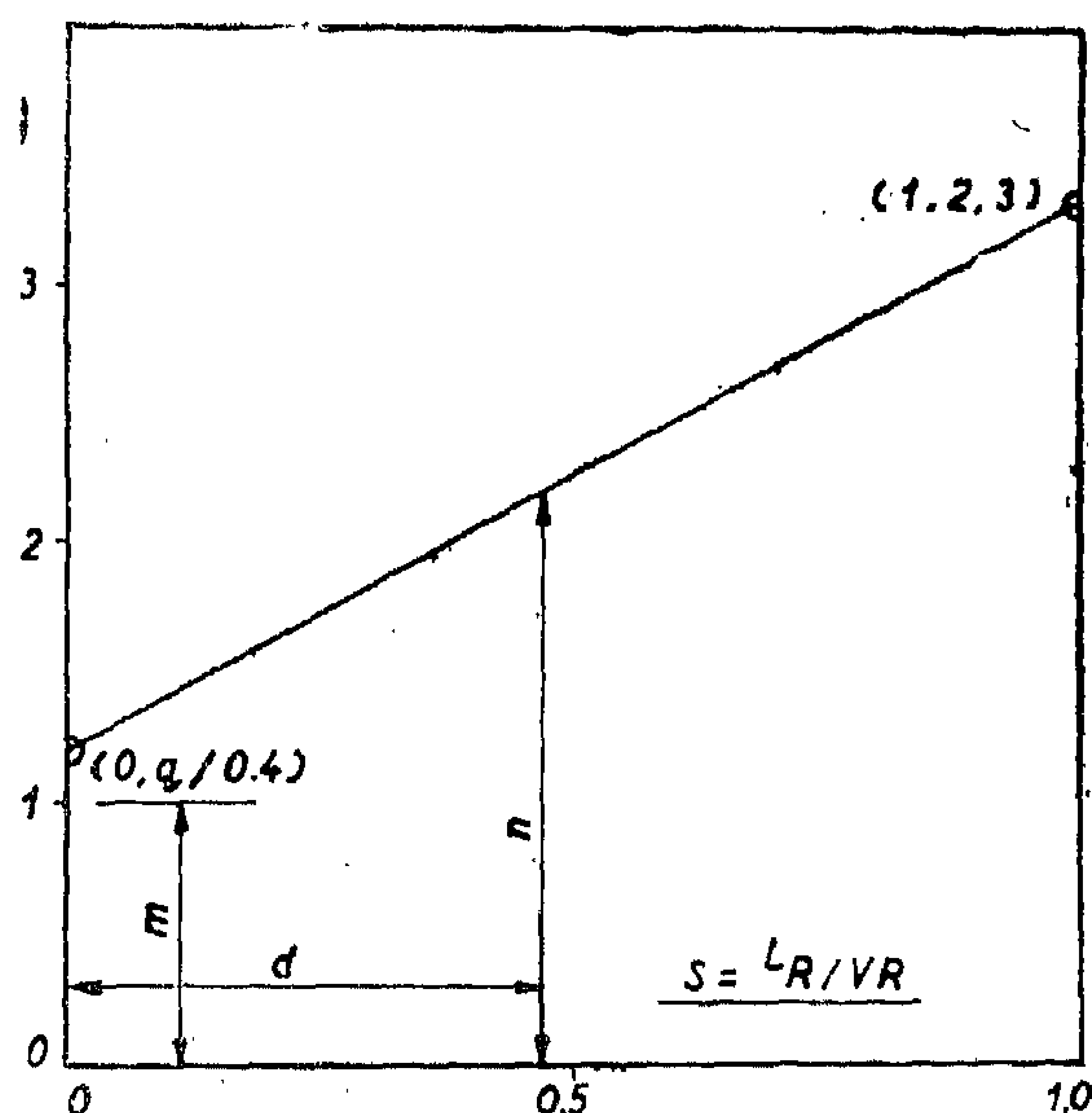


Fig. 5. Relation between the slopes of the operating lines

The graphical interpretation of equation (10) is as follows : Take the scale of the S axis identical to the ecompositions' scale used to draw the X-Y diagram, in this case the slope

b — *Determination of optimal operating conditions :*

The procedure of this analysis will be carried out on a Mc Cabe-Thiele diagram as follows :

1. Locate on the diagram the following points : Z_F, X_D, X_W. Also trace the q-line.
2. The point (X_q, Y_q) is assumed anywhere on the q-line.
3. The upper and lower operating lines are then constructed by connecting (X_q, Y_q) to X_D and X_W respectively.
4. Starting at X_D, the stepwise construction procedure is carried out until X_W is reached. Count the number of steps so formed.
5. If the number of steps formed above is not five, then assume another position for the point (X_q, Y_q) on the q-line and repeat the above procedure until, by trial and error, five steps fit exactly in the diagram between X_D and X_W.
6. Read out from the diagram the normal steady-state vapour and liquid compositions leaving each plate.
7. Measure the slope of the upper operating line and from this slope calculate the operating reflux using the equation :

$$\text{Slope of U.O.L.} = L_R / V_R = L_R / L_R + D \qquad (1)$$

Also measure the stripping line slope so as to calculate the boil-up rate V_s from :

$$\text{Slope of L.O.L.} = L_s / V_s = V_s + W/V_s \qquad (2)$$

The correct trial of this investigation is shown in Fig. 3.

c — *Response of control Scheme "A".*

In order to calculate the new operating compoitions that are reached in response to a sustained change in feed composition, the step disturbances selected are placed at an interval of 0.02 mass fraction of the light constituent covering the range 0.5 ± 0.12.

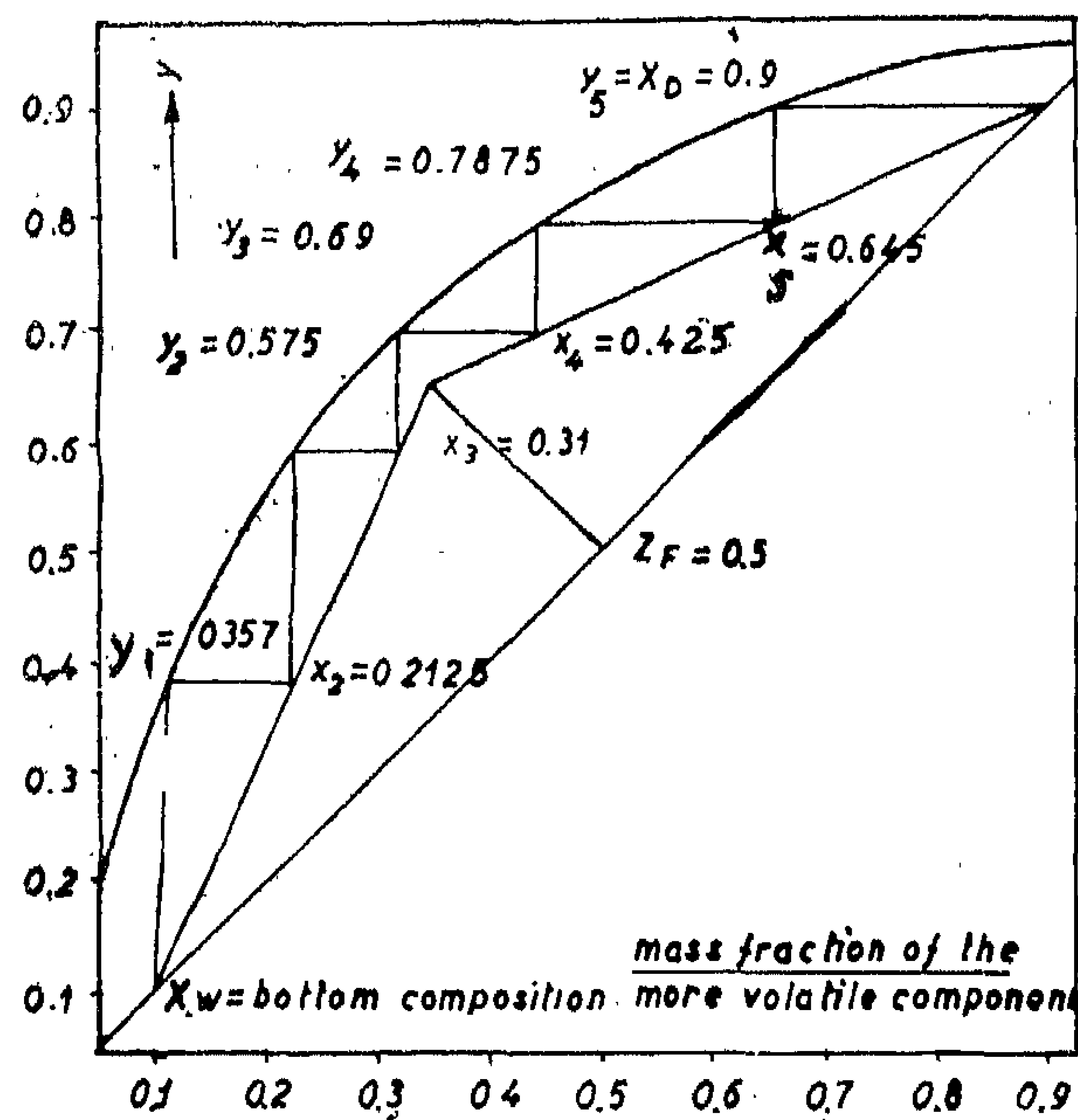


Fig 3

For each feed composition at hand, the following procedure is suggested :

1. Obtain the value of q and (1-q) corresponding to Z_F by inspection of Table 1, and draw the q-line.
2. Calculate the slope of the rectifying line from :

$$L_R/V_R = L_R / [V_s + (1\text{-}q\ F] \qquad (3)$$

3. Calculate the slope of the lower operating line from :

$$L_s/V_s = [L_R + qF] / V_s \qquad (4)$$

4. Assume the point (X_q, Y_q) from which draw lines having the above-calculated slopes. These will intersect the 45° diagonal at X_D and X_W.
5. Carry out the stepwise construction between X_D and X_W.

rather than independently at the normal operating value. Obviously, the above-proposed two-control schemes will be identical from the point of view of calculating the optimal steady-state operating conditions i.e. when feed composition is 0.5 mass fraction low boiler. They are expected, however, to be quite different in both the static and dynamic characteristics they attribute to the tower following an upset.

In order to meet with the requirements mentioned above, the following programme was planned :

(I) For the system described above, to determine the normal steady- state operating conditions i.e. :

- i — Reflux rate (setting of the reflux flow controller).
- ii — Boil-up rate (setting of the steam controller).
- iii — Liquid composition on each plate.
- iv — Vapour composition at each location.

(II) If a step change in feed composition is applied to the system labeled Scheme "A", to calculate :

- i — Liquid composition on every tray including both distillate and bottoms compositions.
- ii — Vapour compositions throughout the tower.
- iii — Other operating variables such as the products delivery rates, slopes of the upper and lower operating lines etc.

(III) For other magnitude of the stop disturbance, to calculate the above-mentioned variables covering the range $0.38 < Z_F < 0.62$.

(IV) To calculate the above items for the case of control scheme "B".

THEORETICAL APPROACH.

This section is devoted to explain the methods suggested for the interpretation of the above-proposed two control schemes on a Mc Cabe-Thiele diagram.

a — *Representation of the q-line :*

In order to treat the constant temperature-feed on a Mc Cabe-Thiele diagram, it should be borne in mind that the feed quality is going to change along with feed composition and therefore allowance must be made to consider this effect on the diagram. Variable feed quality will correspond to variable slopes of the q-line. It has been pointed out in the description of the model tower that the feed enters at a quality of 0.5 corresponding to a feed composition of 0.5 mass fraction of the more volatile component. When the corresponding q-line is fitted on the diagram, it intersects the equilibrium curve at the point (0.31, 0.69); this point represents the compositions of the liquid and vapour portions of a feed having any composition between 0.31 and 0.69 but entering at the same constant temperature. Accordingly, the q-line may be constructed by simply connecting the points (Z_F, Z_F) and (0.31, 0.69). This provides enough information for constructing a table like Table 1.

TABLE 1

LIQUID AND VAPOUR FRACTIONS AND SLOPES OF Q-LINES AS FUNCTIONS OF FEED COMPOSITIONS.

Feed Composition Z_F	Feed Quality q	Vapour Fraction 1 — q	Q-lines Slope —q/(1-q)
0.38	0.816	0.184	— 4.429
0.40	0.763	0.237	— 3.222
0.42	0.710	0.289	— 2.455
0.44	0.658	0.342	— 1.923
0.46	0.605	0.395	— 1.523
0.48	0.553	0.445	— 1.235
0.50	0.500	0.500	— 1.000
0.52	0.447	0.553	— 0.848
0.54	0.395	0.605	— 0.652
0.56	0.342	0.658	— 0.520
0.58	0.289	0.710	— 0.407
0.60	0.237	0.763	— 0.310
0.62	0.184	0.816	— 0.258

curate and convenient even to the extent of making any other method for the design of binary rectification almost obsolete.

Up to this point, the method was essentially concerned with the design determination of the number of theoretical plates required to accomplish a definite separation, provided adequate data are available, the designer can calculate the required reflux ratio, number of theoretical plates, optimum position of feed plate, the necessary heat input to the still and required heat removal at the condenser. This static design assumes that all compositions, temperatures and flow rates remain constant. The static design, however, does not give a complete picture of the distillation process under working conditions where the variation in flow rates, temperatures etc., are continuously imposed at least due to the limitations of commercial instruments. For this reason, a method is developed here to extend the use of the diagram to the calculation ot different operating conditions belonging to a certain tower under control, in response to fluctuations in feed compositions. It is through this information that the capability of various control arrangements could be evaluated by comparing the deviation taking place in composition from the steady-state optimal design value to operating steady-state value for various control schemes.

PLAN OF WORK.

To serve as a basis for this study, and in order to simulate experimental facilities, a model tower shown in Fig. 1 is treated. The feed to the column is at the rate of one kg/unit time and having a normal composition of 0.5 mass fraction of the more volatile component corresponding to a quality of 50% liquid. Feed temperature is held constant through the use of a constant temperature feed preheat control as shown in Fig. 1. Constant flow of steam and reflux are provided. The

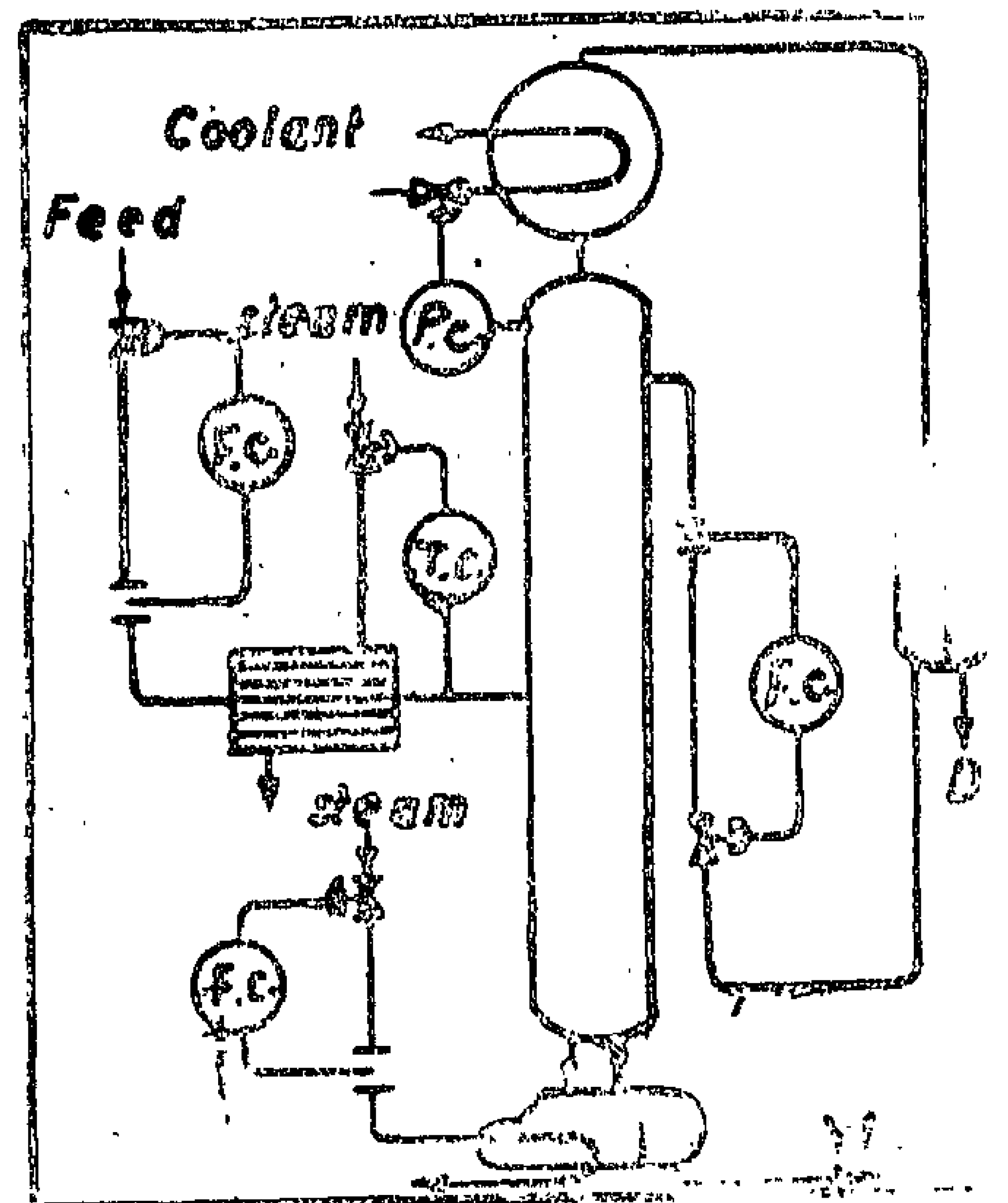


Fig. 1 Control Scheme A

column duty is to produce a distillate with a composition of 0.9 mass fraction of the more volatile component and a bottoms having a composition of 0.1. This control arrangement will hereafter be called control Scheme "A". In order to compare the effect different control schemes have on the tower, a second control system will be investigated which we shall name Scheme "B". This latter scheme retains the features of Fig. 1 except that the reflux rate is dependently controlled on the temperature (composition) of the top plate vapour

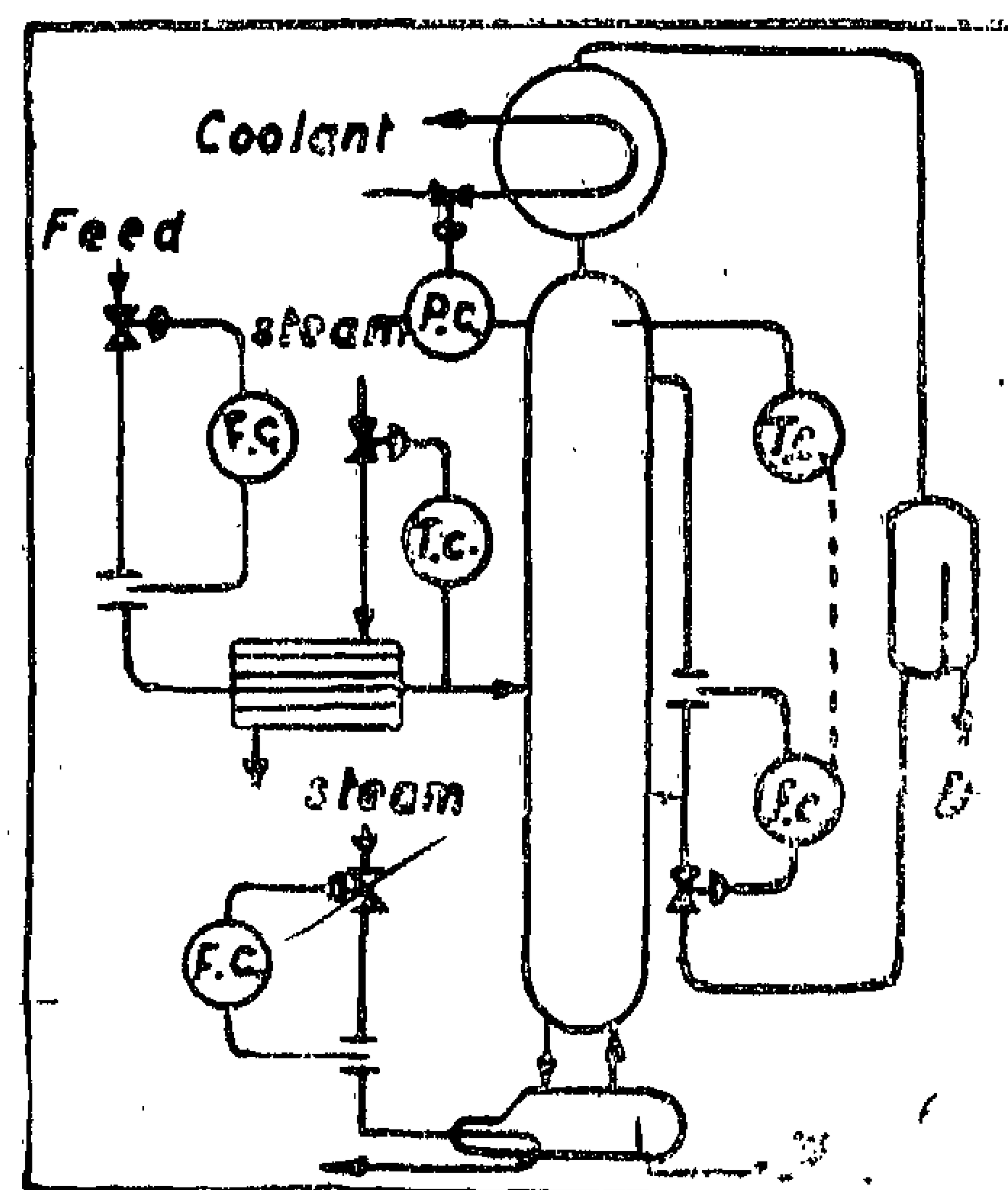


Fig. 2 Control Scheme B

AN INVESTIGATION OF THE STATIC RESPONSE OF A DISTILLATION COLUMN

By

M.A. SALEH, Ph.D., C. Eng., A.M.I. Chem. E.,
and M.A. EL-RIFAI, B.Sc. Hons.
Chemical Engineering Department,
Faculty of Engineering, Cairo University.

SYNOPSIS

A purely-graphical technique is developed to predict the static response of distillation columns under automatic control. The natural extension of such a study is the quantitative evaluation of the capability of different control schemes so as to provide a basis for the elimination between different choices of controlled and manipulated variables as a preliminary step to comparing the dynamic response curves for different controller settings.

INTRODUCTION

The object of a distillation control system is twofold :

i) To limit the deviation in product composition.

ii) To restore the products' compositions to the desired values with the minimum of delay.

The ability to reduce the deviation in the composition of the products represents a static criterion of the efficiency of a distillation control system.

By the static response of a fractionating unit, one means the prediction of the new set of steady-state values of the dependent column variables such as tray compositions, if one of the tower independent variables were subject to a sustained step change in its level. Such a study provides information on the effects of nonlinearity asymetry in the system as well as a quantitative measure of the capability of different control arrangements.

Since 1925, when Mc Cabe and Thiele (1) first deviced their famous graphical design of distillation columns, their diagram acquired an ever-growing popularity among Chemical Engineers. This is particularly due to itis being largely convenient in application besides providing an insight into the phenomenon governing distillation systems.

Stoppel (2) in 1946, Horvath and Schubert (3) in 1958 and Lowenstein (4) in 1962, all attempted to device more accurate methods for the construction in the pinched zones to increase the reliability of the method. Abul-Seoud (5) in 1964, introduced a fundamental refinement on the method by incorporating the effect of the column heat balance, including losses, into the diagram. Now, the Mc-Cabe-Thiele construction is both ac-

REFERENCES

1. Earl B. Brown, "Modern Optics", 1965 Reinhold Publishing Corporation.

2. Powell R.W. Kauffman W.M., 'IR Application to Guidance and Control", Aerospace Engineering May 1958, pp. 66 ÷ 71.

3. Marvin R. Holter, Sol Nudelman, Gwynn H. Suits, William Wolfe, George J. Zissis, "Fundamentals of Infrared Technology", Macmillian 1962.

4. Sloan, Shaw, and Williams, "IR Emission Spectrum of The Atmosphere", Josa Vol. 45, No. 6, June 1955.

5. J.N. Howard, "The Transmission of the Atmosphere in the IR", IRE Vol. 47 Sep., 1959, p. 1451.

6. Robert M. Van Pilet, "Passive Temperature Control in the Space Environment", Macmillian 1965.

7. Kurse, Glauchin and Quisten, "Elements of Infrared Technology", John Wiley, 1962.

8. Howard and Garing, "The Transmission of the Atmosphere in the IR", Infrared Physics, Vol. 2, pp. 153 – 173, 1962.

9. Williamson, E.D., "Cone Channel Condenser Optics", Josa Vol. 42, No. 10, October 1952.

10. Kapany N.S., 'Fiber Optics — Focon", Josa Vol. 51, No. 1, Jan. 1961, pp. 32 ÷ 34.

11. Smith, Jones, Chasmar, "The Detection and Measurement of Infrared Radiation", Clarendon Press, 1956.

12. A.M. Hahouda, "Jet Motor IR Measurements", Military Research and Development Directorate Technical Bulletin, Vol. 1, No. 3.

13. Eric M. Wormser and Morris H. Arck, "Infrared Navigation Sensor for Space Vehicles" Guidance and Control, Edited by Robert E. Roberson and James S. Farrior, Academic Press, N.Y. 1962.

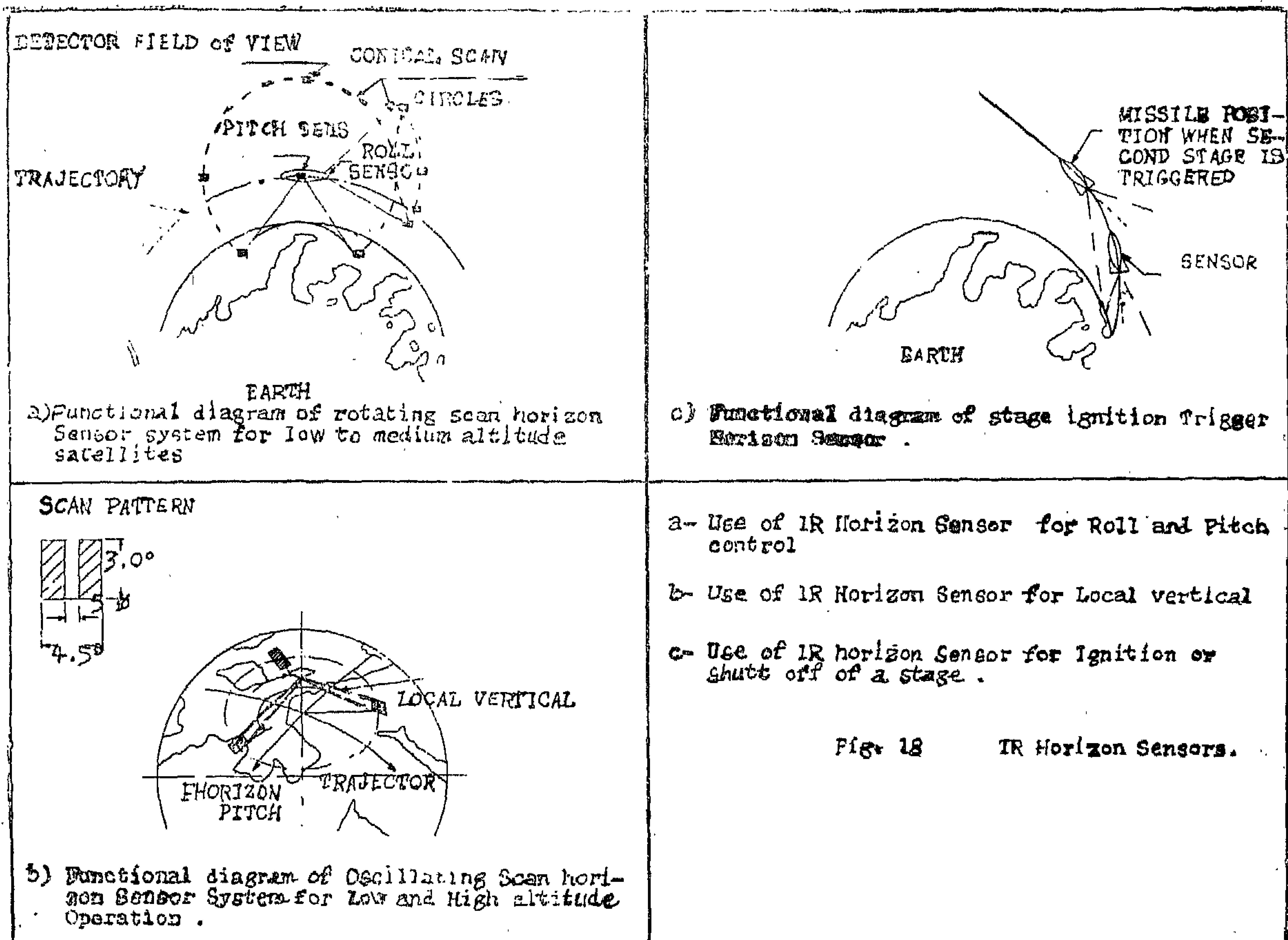


Fig. 18 IR Horizon Sensors.

angle with horizon. As for use in Tiros, it was scanning the whole earth and the response is in Fig. (19/12).

(iv) As the cutoff wavelength reuqired is beyond 16 and only low frequency response is required, bolometers are very suitable.

VI — Conclusion

IR technique is a field of its own, as well as, a tool. It is an exciting and rapidly growing field. The space navigation, terminal guidance and temperature measurements, are only a part. Navigation to near-by planets is already on the way. IR radar, active and co-operative systems are under development. The future will surely bring to light many new advances related to image forming systems and IR photography.

IR radiation which is due to molecular vibration is still in its infant stage of application,

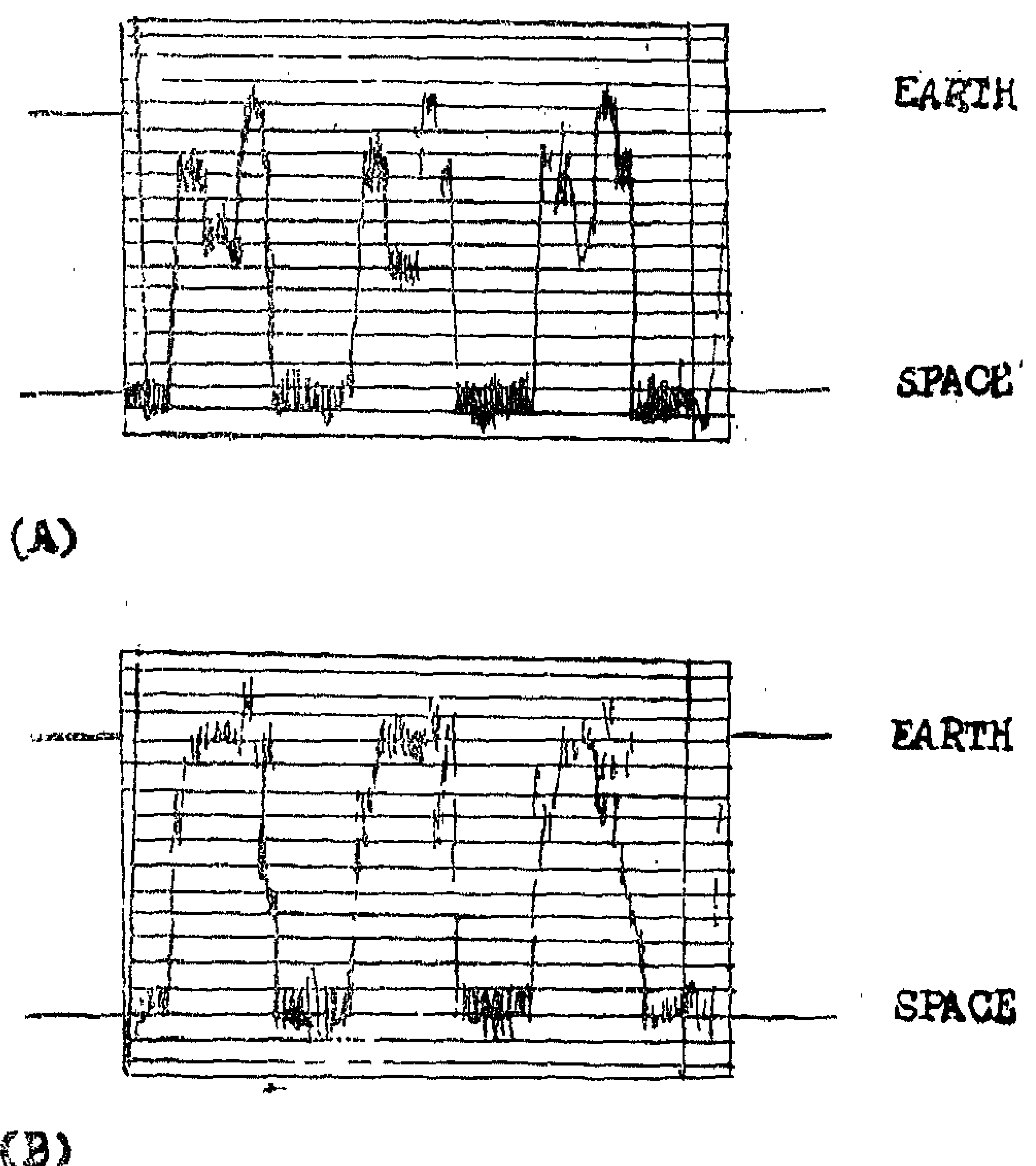
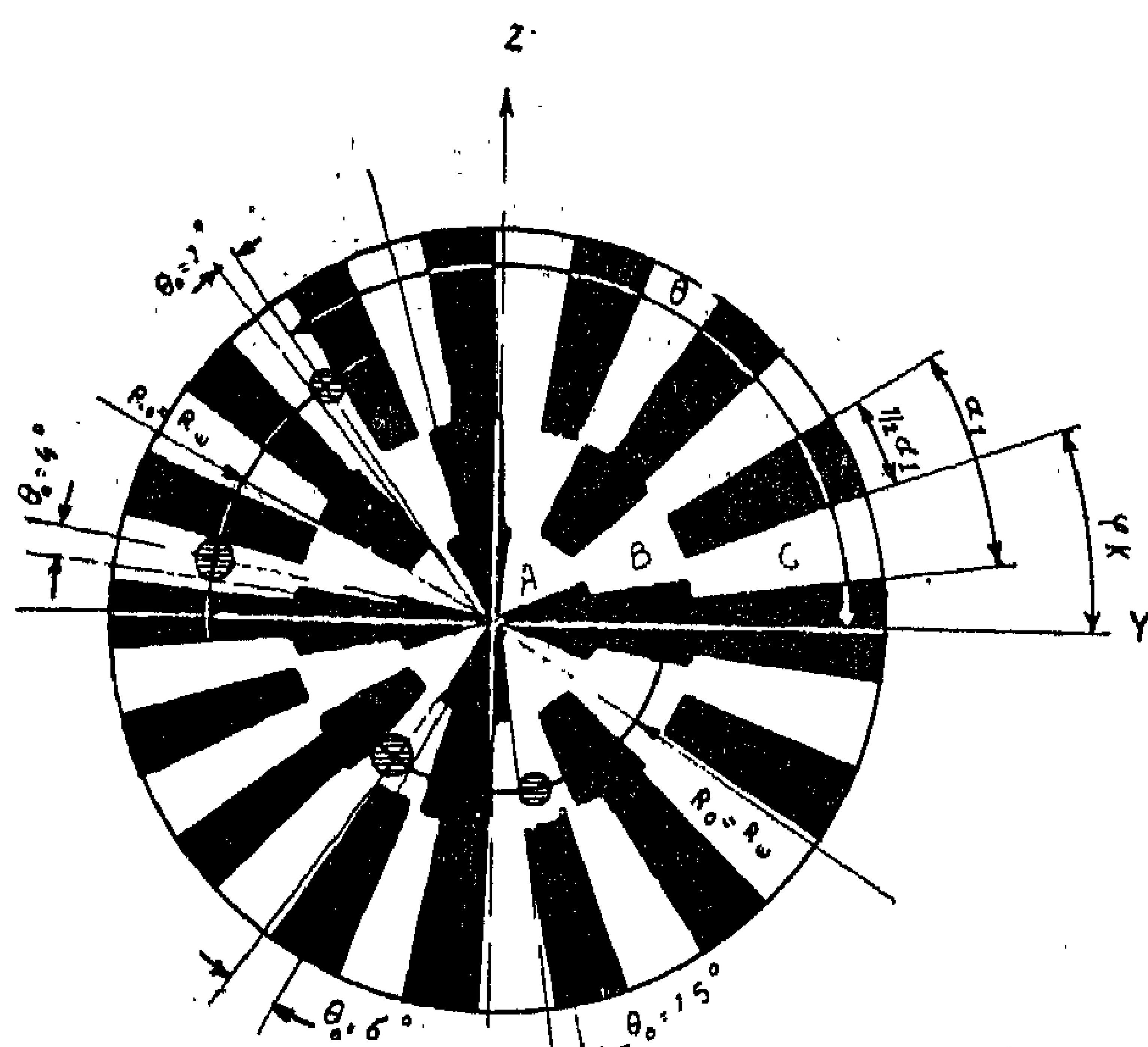


Fig. 19 Typical Tiros II waveforms in 8 to 12 μ region reveal radiation discontinuities detected in scanning over Earth.

um obscuration, i.e. central reticle. Field of view is (4 ÷ 6°), not to lose the target during manoeuvrability.

(iii) Scanning used is image plane scanning where a reticle reference guides the head by a servo system. As there are some particles in the background that may emit or reflect radiations, multisectored reticle is used to diminish these radiations. Therefore, we come to the fact that we need a kind of modulation by changing the transparency or width of the sector, i.e. pulse amplitude, or pulse duration modulation (Fig. 16). Pulse duration gives better efficiency.



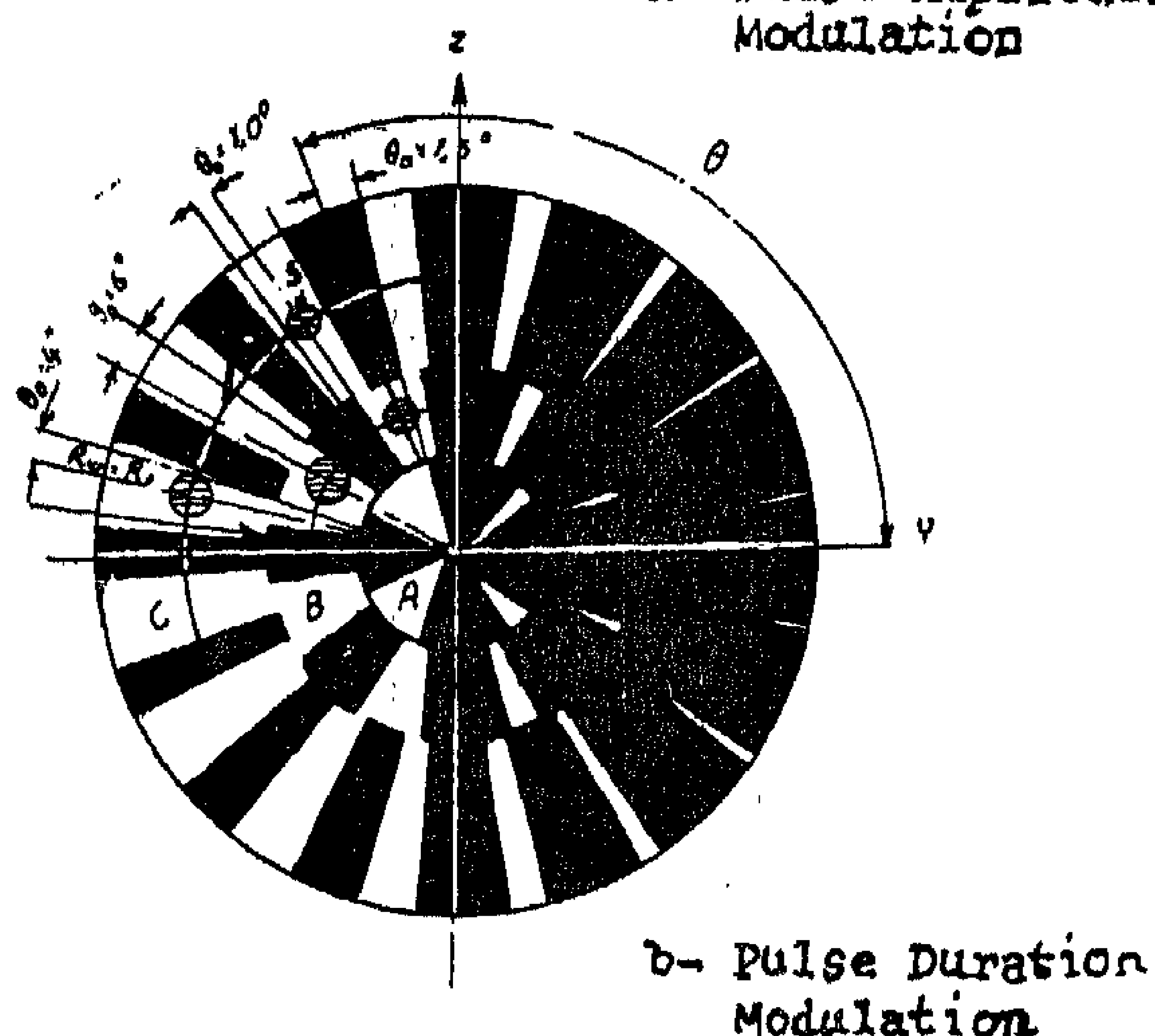


Fig. 16 Common Designs of Reticles

(iv) As detector used is subjected to rather high frequencies, due to presence of multisector reticle and necessity of high scanning rate for a manoeuvring target, photo-detectors are used. Cooled PbS can be recommended though there are many other suitable photo-detectors.

B. Horizon Sensor

Target could be the earth or any of the satellites. Here temperature is low and the space B G is at 0°K and no manoeuvrability. The earth's horizon sensor is getting radiation nearly equal to that of a blackbody at 480°K or 218°. This radiation is of the atmosphere and includes earth's radiation on a clear day (6). The need for rejection ratio is against the sun reflections.

Energy collecting system is to have high transmission at 12 μ and it is always possible to use a non symmetrical system. The field of view could be relatively small. The material of windows and condenser in Tiros IR sensor is Germanium with antireflection coating, the transmission of which is as in Fig. 17.

(iii) Scanning is in the object space and it could be at low frequency and either we scan across the whole earth or the edges only. The two types of scanning are shown in Fig. (18/12) for Gyro vertical application, and roll and pitch control. An additional function is firing a stage or shut-off at a certain predetermined

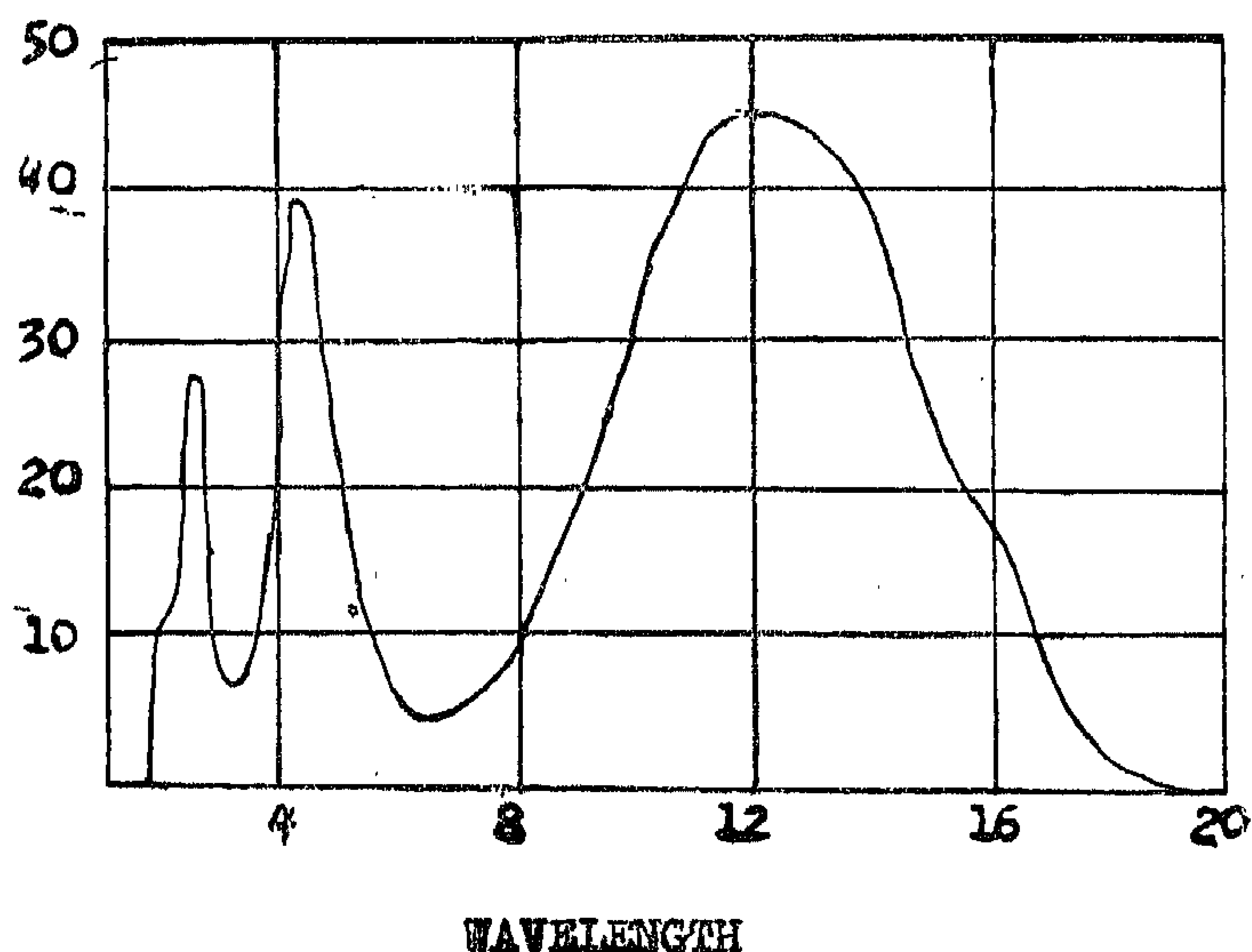


Fig. 17 Transmissivity of optical systems containing four coated germanium elements

There are other types of representations such as mapping and image forming which are out of the scope of this article. More about scanning will be known while treating the applications.

VI — *Applications* :

Two of the most important applications are missile or aircraft seekers and horizon sensors for local vertical, pitch and roll control,

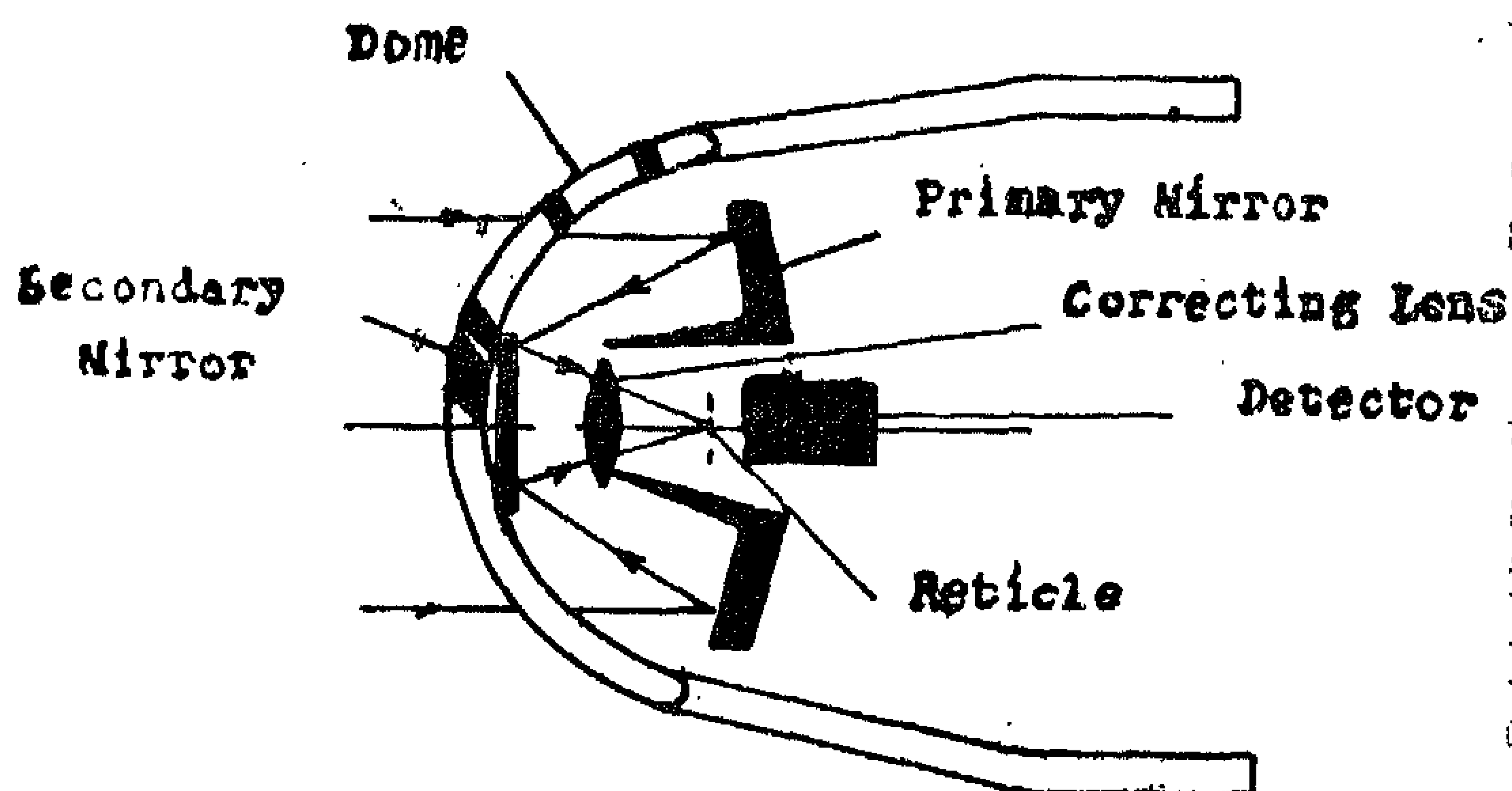


Fig. 14 Missile Seeker Optical Configur-tion

or in monitoring orientation of satellites. Some of the details of technique will be clarified or touched upon as far as possible.

A. Aircraft or Missile Seeker (Fig. 14)

(i) The source is in the atmosphere and its radiations are studied against the B G and the proper optical filter detector combination is to be chosen to respond to target radiation (temperature 600 ÷ 1000°C). We get actually a kind of rejection ratio of this combination. Jet motor IR radiation is of the form (Fig. 15/12). Study of rejection ratio is to be against both sun reflections and atmospheric self radiation.

(ii) Energy collecting systems detectors used must have high transmission and response in the band (3 ÷ 5) and much investigation is directed toward obtaining maximum response in this range. Si is one of the favourite materials with antireflection coating. For saving of space, this is combined with a reflective system with minimum size and minim-

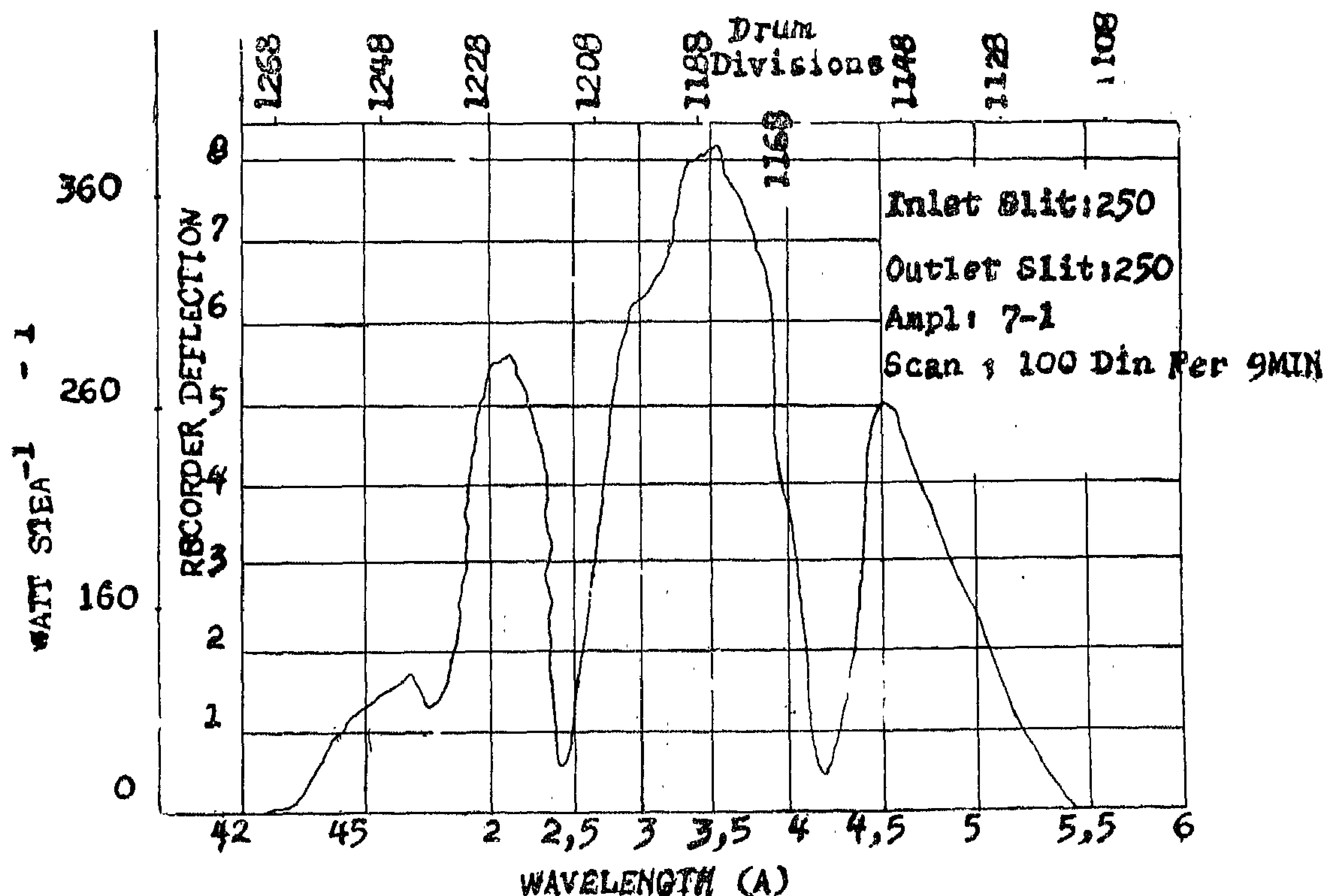


Fig. 15 Jet Motor IR Radiation

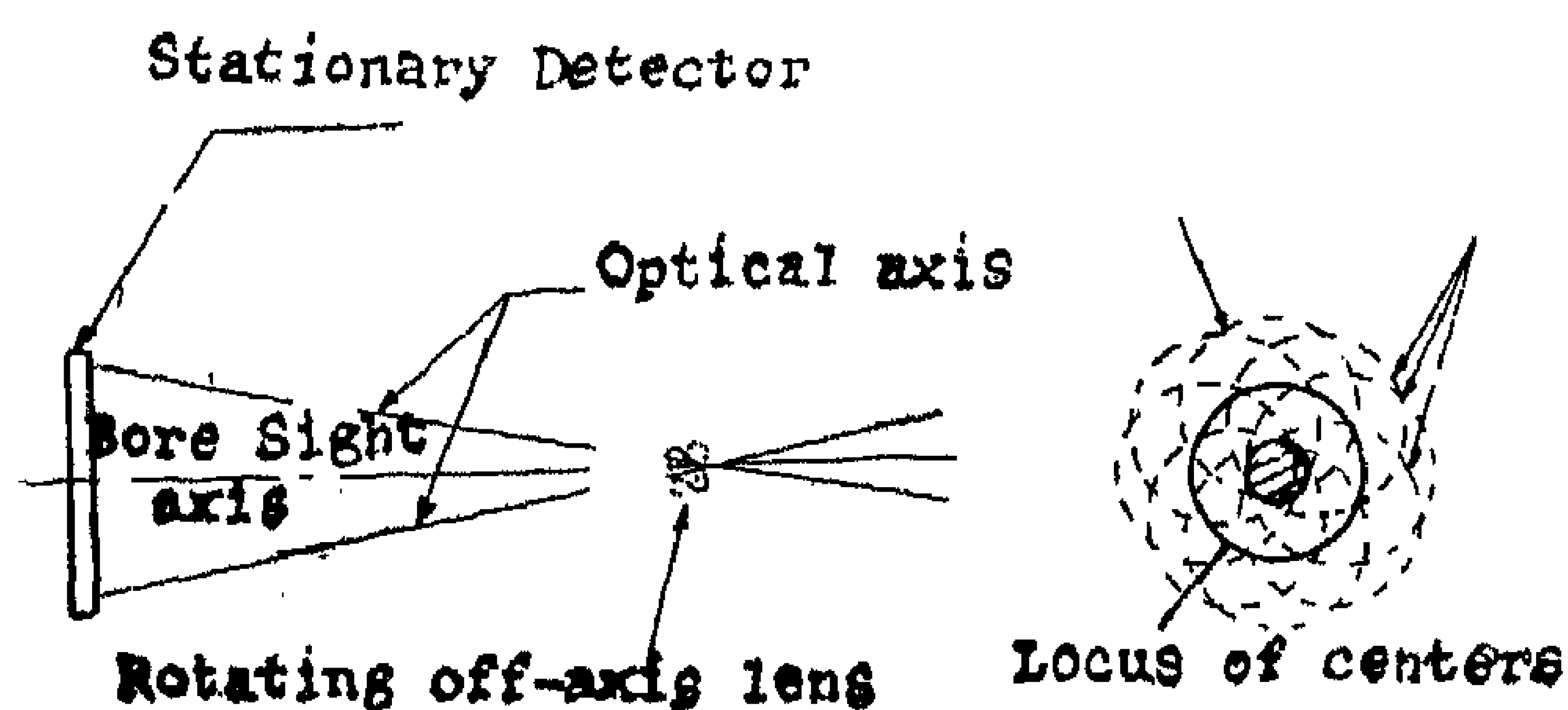


Fig. 12 Target Plane Scanning

Optical filter and a narrow pass band system is almost always used to increase the response to the target radiation.

The scanning of the object plane requires rapid mechanical motion of the collecting aperture, and though such apertures are large (up to about 15 cm) this problem is solved and this system is currently used where a large angle of scanning is necessary.

B. Image Plane Scanning

Inlet aperture, and ECS are fixed. A part of the background is imaged on the detector of system whose field of view is large (3 ÷ 6°). By means of a simple reticle (Fig. 13) in the image plane and referencing the signal, target position is obtained and the system can be directed by a servomechanism such that the target goes to the center. Such a simple reticle is not actually used and multisectored reticle is the general practice for missile seekers where the space filtration helps the response to small target radiations with respect to that of vast B.G. It remains a necessity in a multi sectored reticle to superimpose another type of modulation so as to get referencing for signal. This is accomplished by frequency modulation, pulse duration modulation, or pulse amplitude modulation.

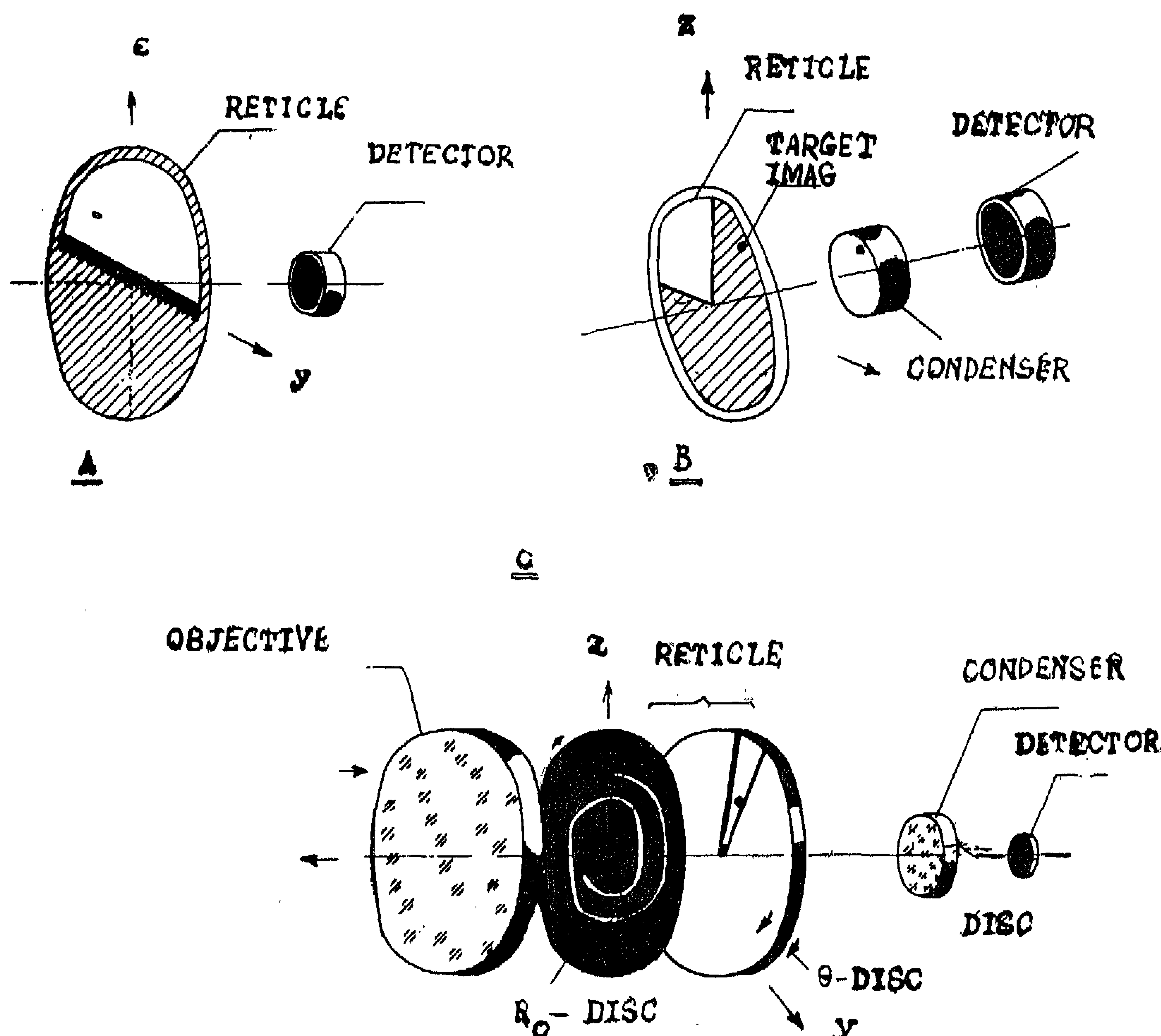
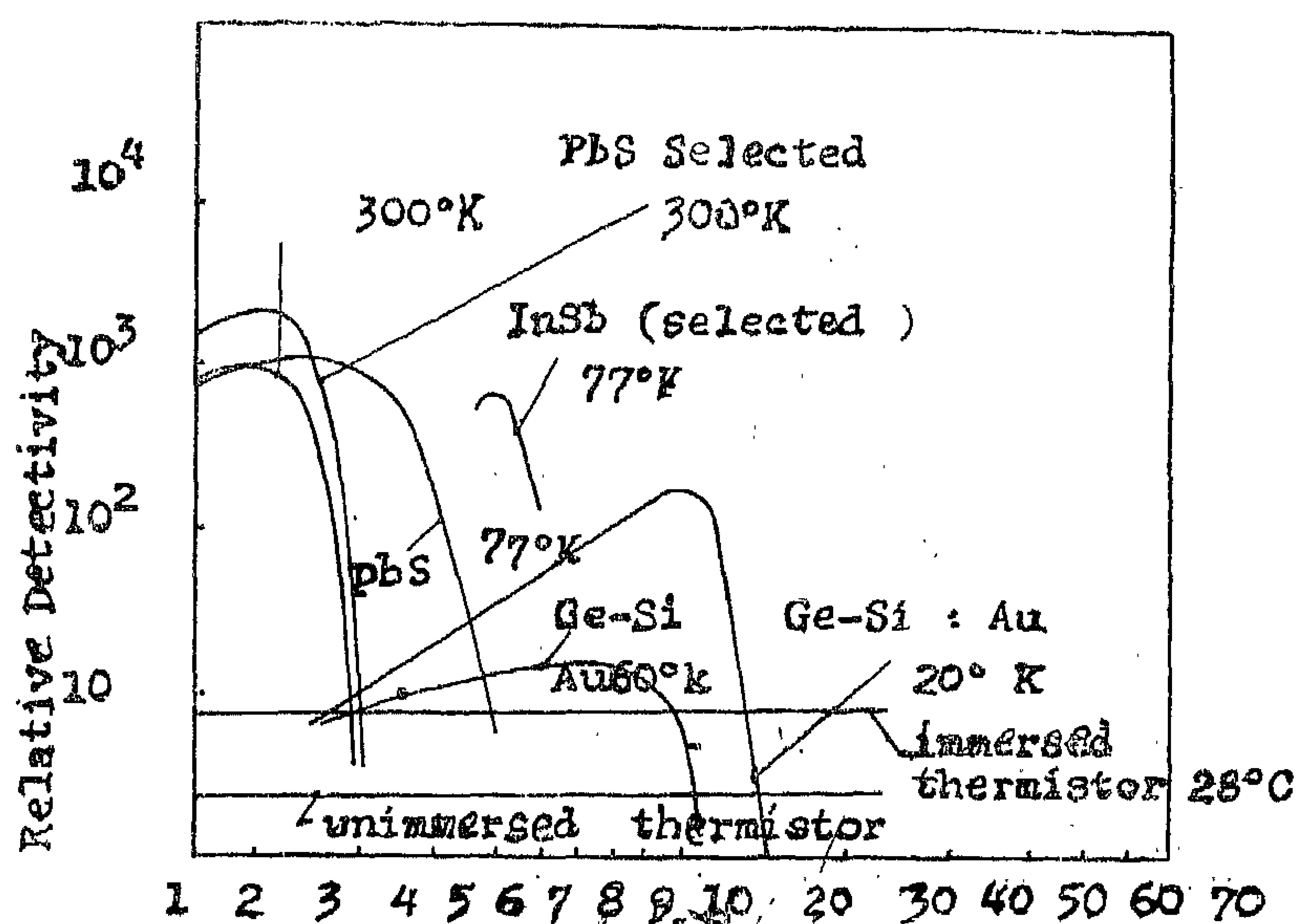


Fig. 13. Simple Reticle for Image Plane Scanning



(Fig. 10) Spectral response of detectors at different temperatures.

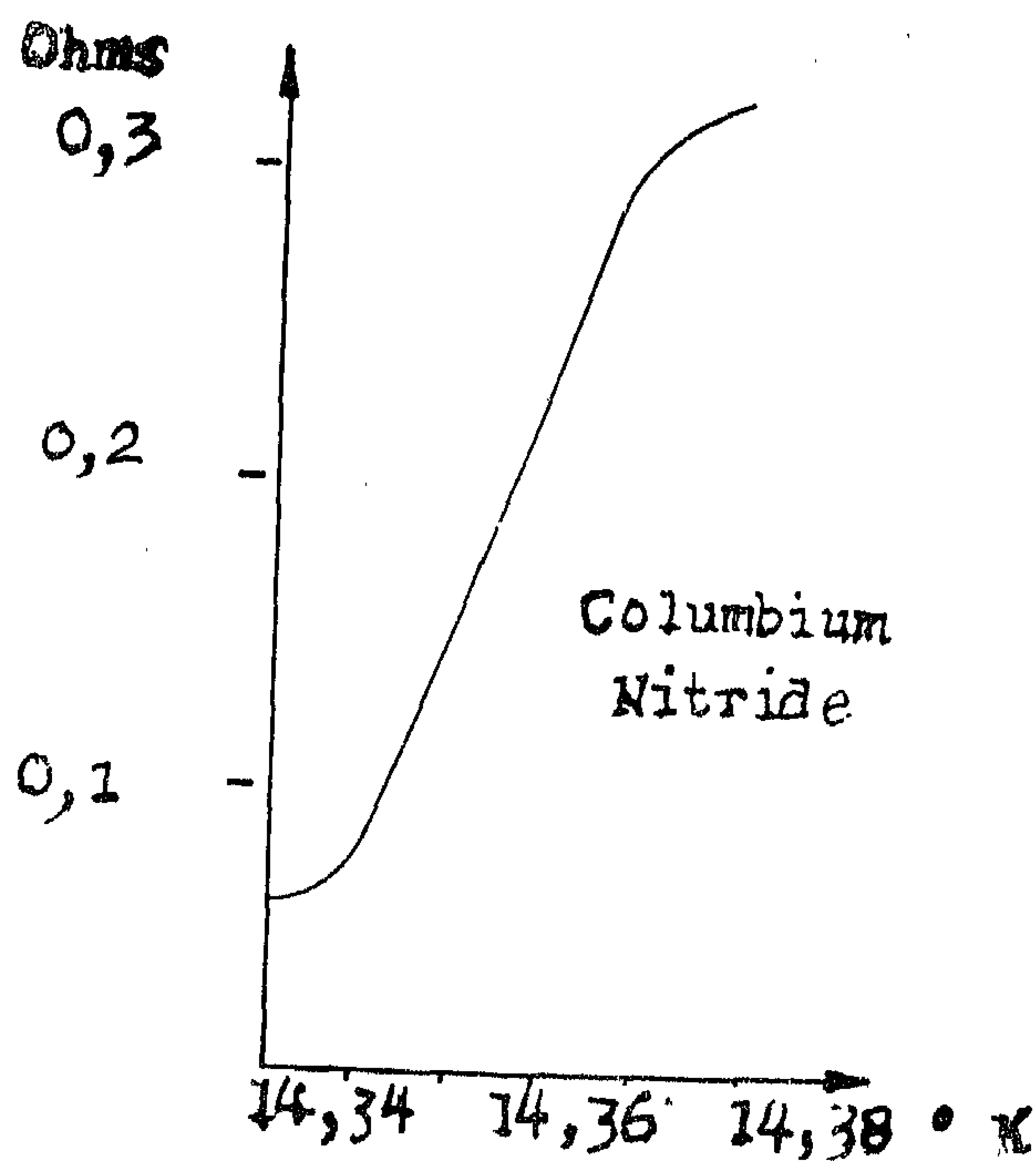


Fig. 11 Super Conducting Bolometer

background. In photo detectors it reaches over 6 Kc, whereas, as mentioned before it is around 10 for thermal detectors. Cooling for photodetectors reduces the attainable frequency response, but increases it in superconducting bolometers (11).

Before discussing the display and applications, it is useful to say that, the invention of lead sulphide quantum detector by the Germans in 1932 was the real start of the present scope of IR non-image systems.

V — *Data Display, and Scanning*

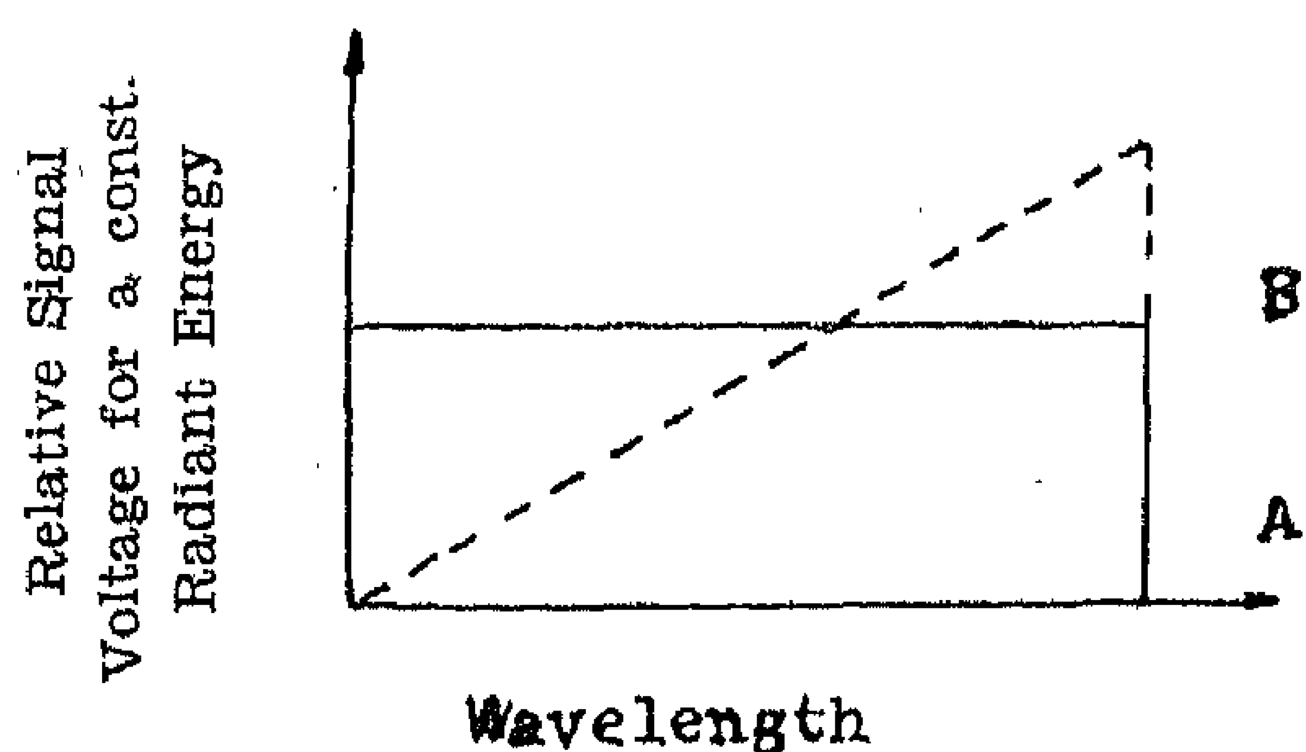
The final requirement from the acquisition and detection is to locate the target in an IR head field of view, or scan. This is done principally in two way :

A. Object Plane Scanning

Where a single or a line array of detectors are used, IR head is used with a narrow field of view (1 ÷ 10 m.rad) which is scanning in a certain pattern. The instruments axis and field of view sweeps the object plane. As a simple demonstration we take the off axis tracking (Fig. 12). The radiant source will be viewed periodically as the field passes it. The position is hence, possible to determine and a servo system drives the system such that the target is at the bore axis. Actually the target signal is a pulse which normally should be higher than that of the background for the system to respond.

B. *Quantum Detectors :*

In these types the radiations are absorbed directly by the electronic system and cause changes in the electrical properties. Photo detectors include Photo-voltic, photoconductive and photo-electrromagnetic. Photo-detectors essentially measure the rate at which quanta that produce an electron-hole pair, are absorbed. It requires the incident photon to have more than a certain minimum energy before they can be detected. They are selective detectors of the infrared. (Fig. 9) shows idealized response of thermal and quantum detectors.



A – Thermal detectors

B – Photo conductors

(Fig. 9) Idealized Spectral response of photon and thermal detectors

(i) The photo-voltic is the voltage that results due to the change of the distribution of charged carriers which exist only as long as new carriers are continually being generated by absorption of photons at a p.n. junction.

(ii) The absorption of signal photons by photo-conductors changes the number of carriers and therfore the conductivity.

(iii) The PEM is making use of the holé effect. (In the presence of magnetic field perpendicular to element resistive axis, current flow on the absorption of quanta).

C. *Detector Parameters and Characteristics :*

The parameters of interest of detectors are :

(i) Noise Equivalent Power.

This represents the minimum amount of power that is to fall on the detector to generate a detectable signal. The limitations are the different types of noise (Johnson, shot and generation recombinations). The ideal limit is the B G noise. This minimum is the aim of designers and can be only reduced by reducing the viewing angle of detector which is a function of f/N° in this case. Another item is the cooling and this is done by placing detectors in dewars such that either a liquid coolant or solid coolant can be used.

Most important is the vacuum and avoiding cooling of windows, not to get condensation of water vapour. Cooling decreases detector noise (Johnson).

(ii) The Spectral Response.

In thermal detectors it depends on the blackened surface. In quantum detector, apart from material type and structure it is dependant on the cooling and it is seen from the diagram that it extends the response in the IR (Fig. 10).

Getting to the use of cooling in thermal detector we find super conducting bolometer (11) where the temperature dependence of resistance of some material is great at low temperature and nearly propotional to T^3. (up to about 15 cm) this problem is solved maximum detectable radiations is small. It should change the blackened surface temperature about 0;02 °C. (Fig. 11).

(iii) Frequency Response.

Detectors work as low pass filters and in quantum detectors frequency response depends on the recombination of electrons and holes. In thermal detectors, it depends on the speed of radiating the heat it absorbed to the

(i) Cone Channels.

— Simple Cone.

Cone channel condenses the energy and is nonimage forming. The radiation emering from exit end of channel is homogeneous (9).

— Solid Cone (10).

It is made of material of high refractive index 'n" to achieve complete reflection. This depends on the angle of incidence at inlet end.

(ii) Immersion Condensers.

The most suitable and useful are hemispherical and aplanatic.

— Hemispherical Button (3) :

It is convenient to relate its effect to the reduction of focal length. The (f/N°) effect could be "n" times smaller.

— Aplantic Sphere Hyperhemispherical Lens (3) :

The linear dimensions of detector can be iucreased "n^2" times and the aplanatic condition is taken on the outermost rays.

E. *Evaluation of ECS :*

Two OGN could used for evaluating ECS
— OGN_A

The absolute optical gain number which relates the actual optical gain to that (OG).

Theoretical in air (n = 1) irrespective of the index of refraction at image space.

— OGN_B :

The relative optical gain number which relates the actual to $(OG)_{Th}$, considering the same index of refraction in image space in the actual case.

IV. *Detectors :*

The detector is the central element in IR detecting system. It tranduces the radiations into another form of useable energy mostly and/or finally electrical. IR detectors are simply elements which are in a condition such that the dominant means of thermal energy exchange are by radiation. There are two general classes, namely, thermal radiation detectors and quantum detectors. The main facts about each of them are contained in what follows, then a quick evaluation of these types.

A. *Thermal Detectors :*

In these detectors radiant energy is absorbed in a thin blackened surface causing a minute rise in temperature. The detection of this rise is accomplished by more than a physical phenomena in thermo-electric, pneumatic and bolometer detectors.

(i) Thermoelectric is dependant on the electromotive force generated at a junction of dissimilar metals.

(ii) Pneumatic uses the expansion of a very small volume of gas and its effect on a mirror flexible membrane to deflect a bigger amplifying signal.

(iii) The change of the resistance of a thin strip of metal, due to increase of temperature, is used in the bolometer type.

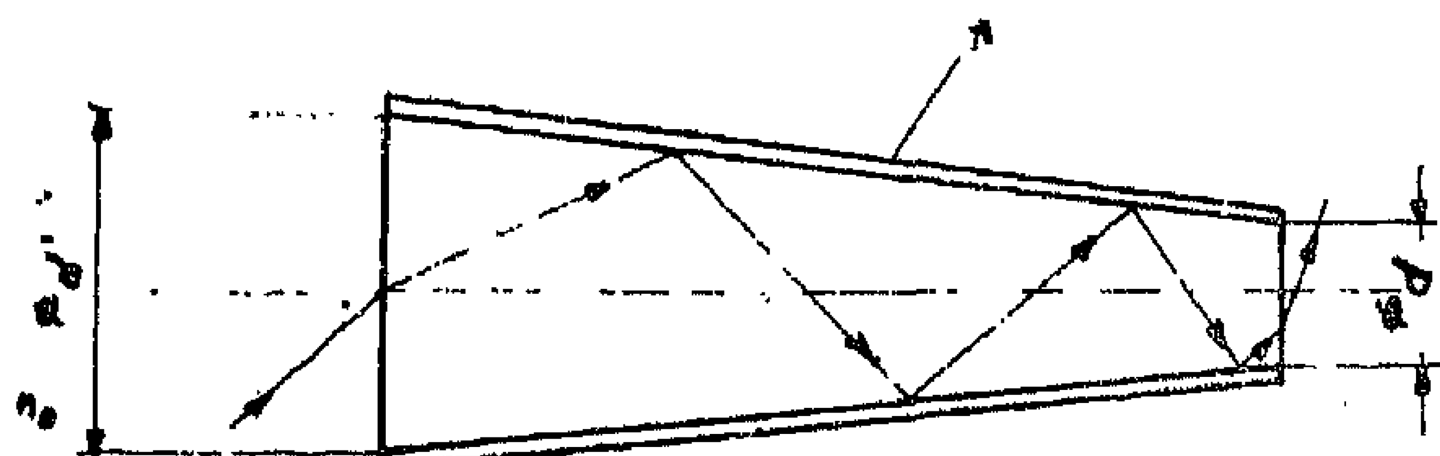
As these detectors are dependant on the energy absorbed by the blackened surface its spectral response is dependent on these blackened surface (i.e. its relative spectral absorbtivity), such detectors are supposed to exchange heat only by radiation.

The frequency response or the modulation frequency is low. It is usually about 10 ÷ 15 c/s and only in printed type bolometer 100 c/s were reachable.

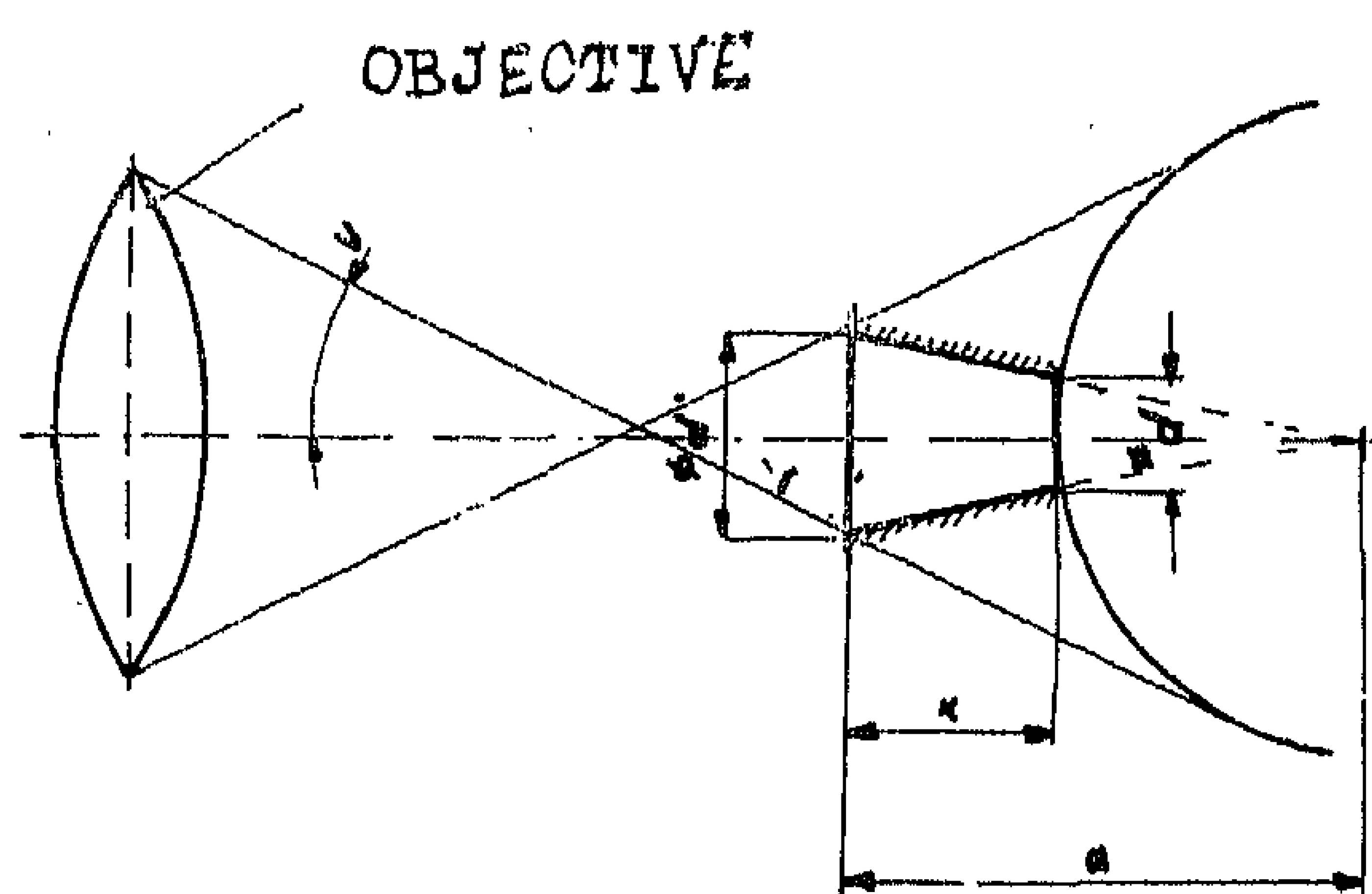
— Making refractive index "n" of detector space at will, which controls the (f/N°) effect of ECS.

— in some condensers it decreases false signal effect that is due to difference in sensitivity of detector surface.

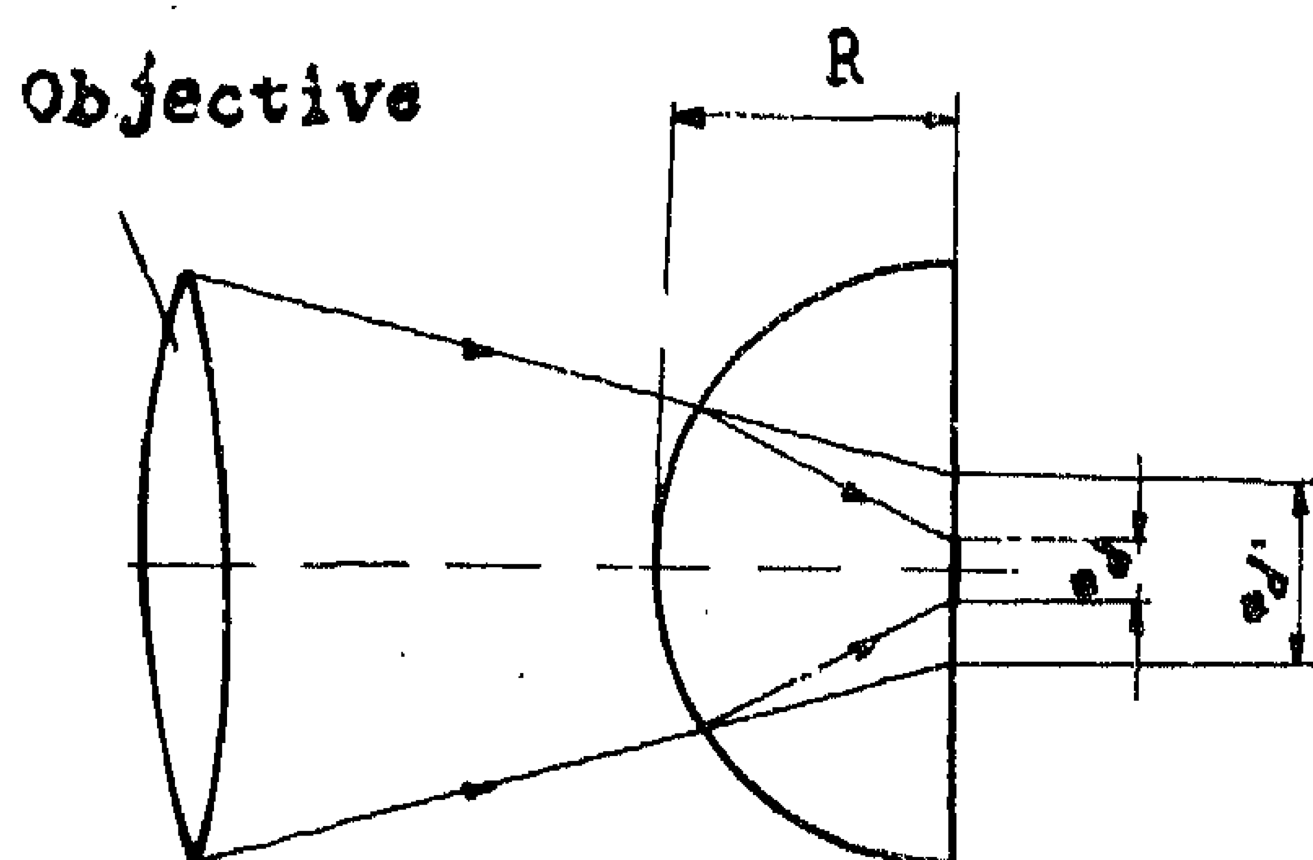
Apart from a simple methods to reduce the final focal length of system, we have (Fig. 8).



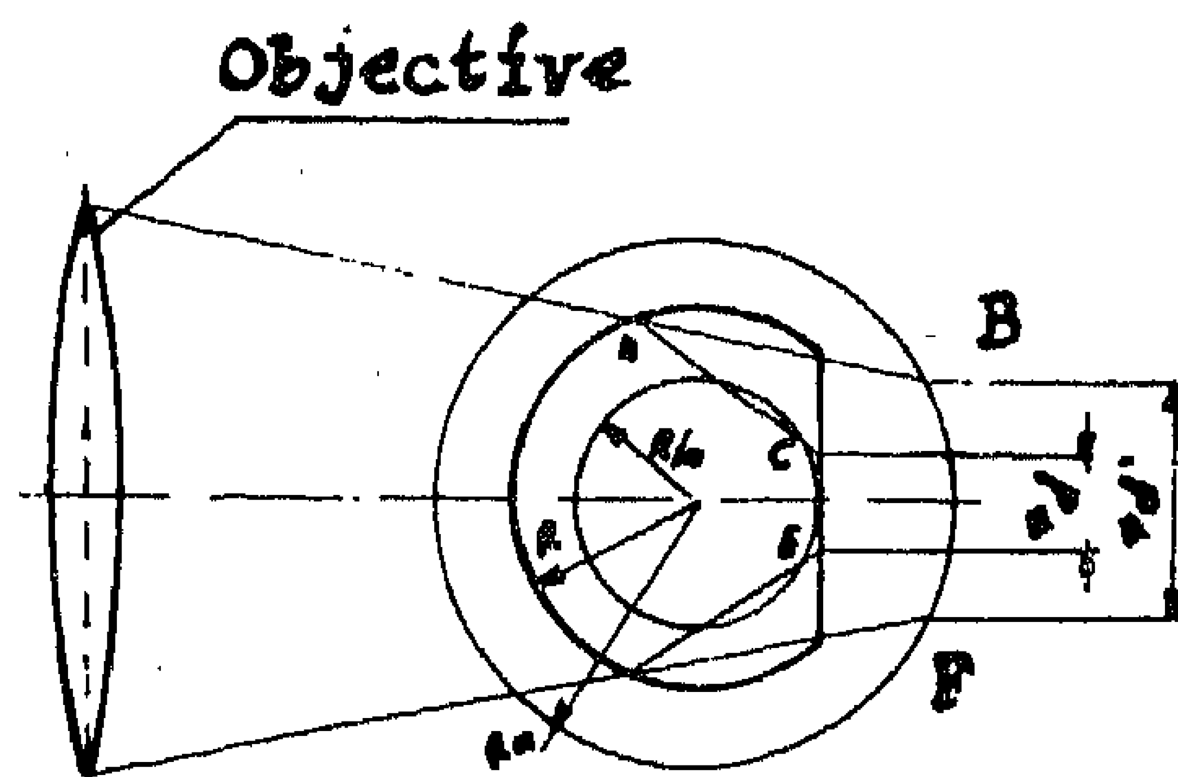
(a) Solid Cone (Refractive Reflective)



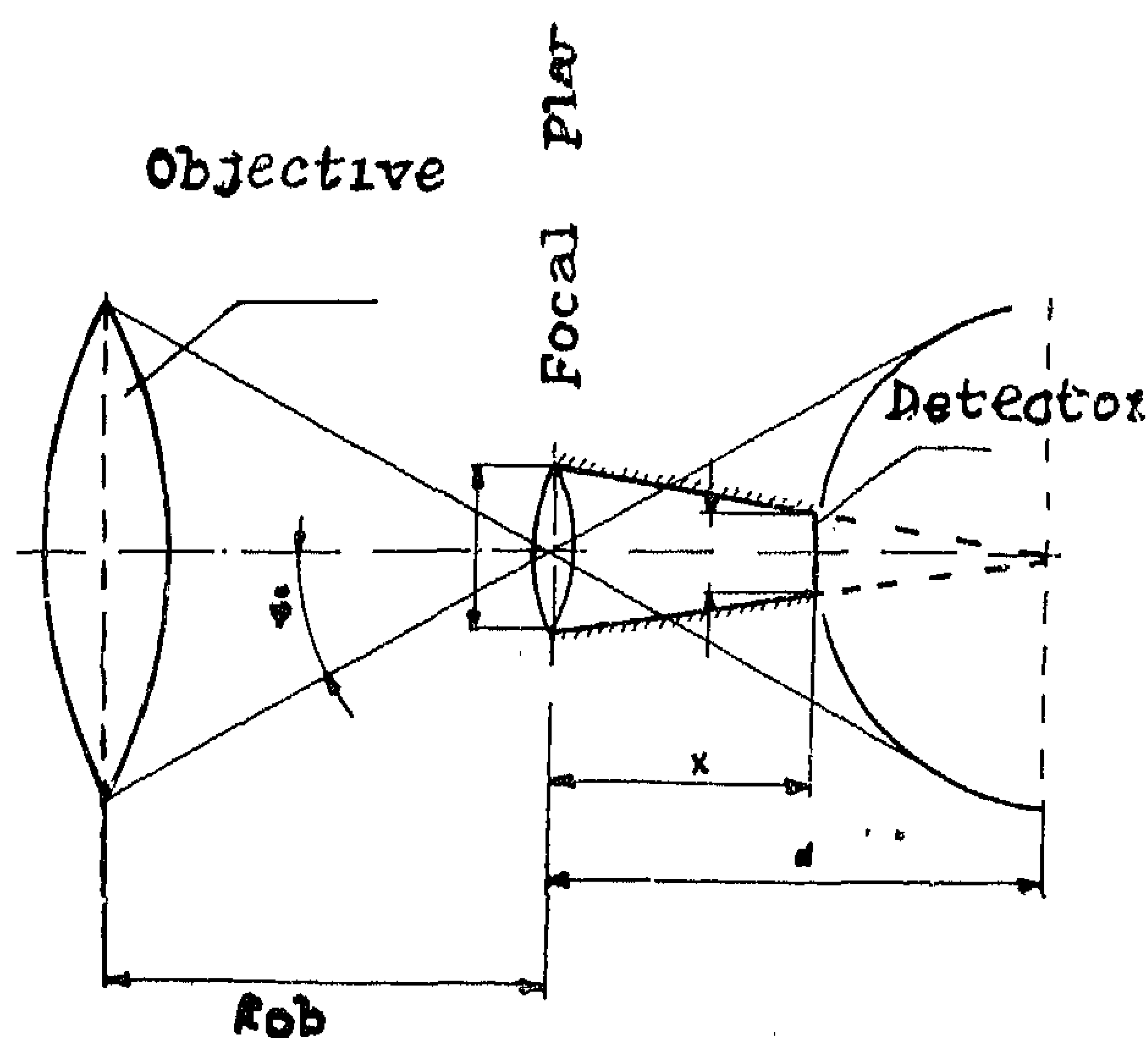
Hollow Cone (Raflective)



(a) Hemispherical Button



(b) Hyperhemispherical Button.



Hollow Cone With Lens

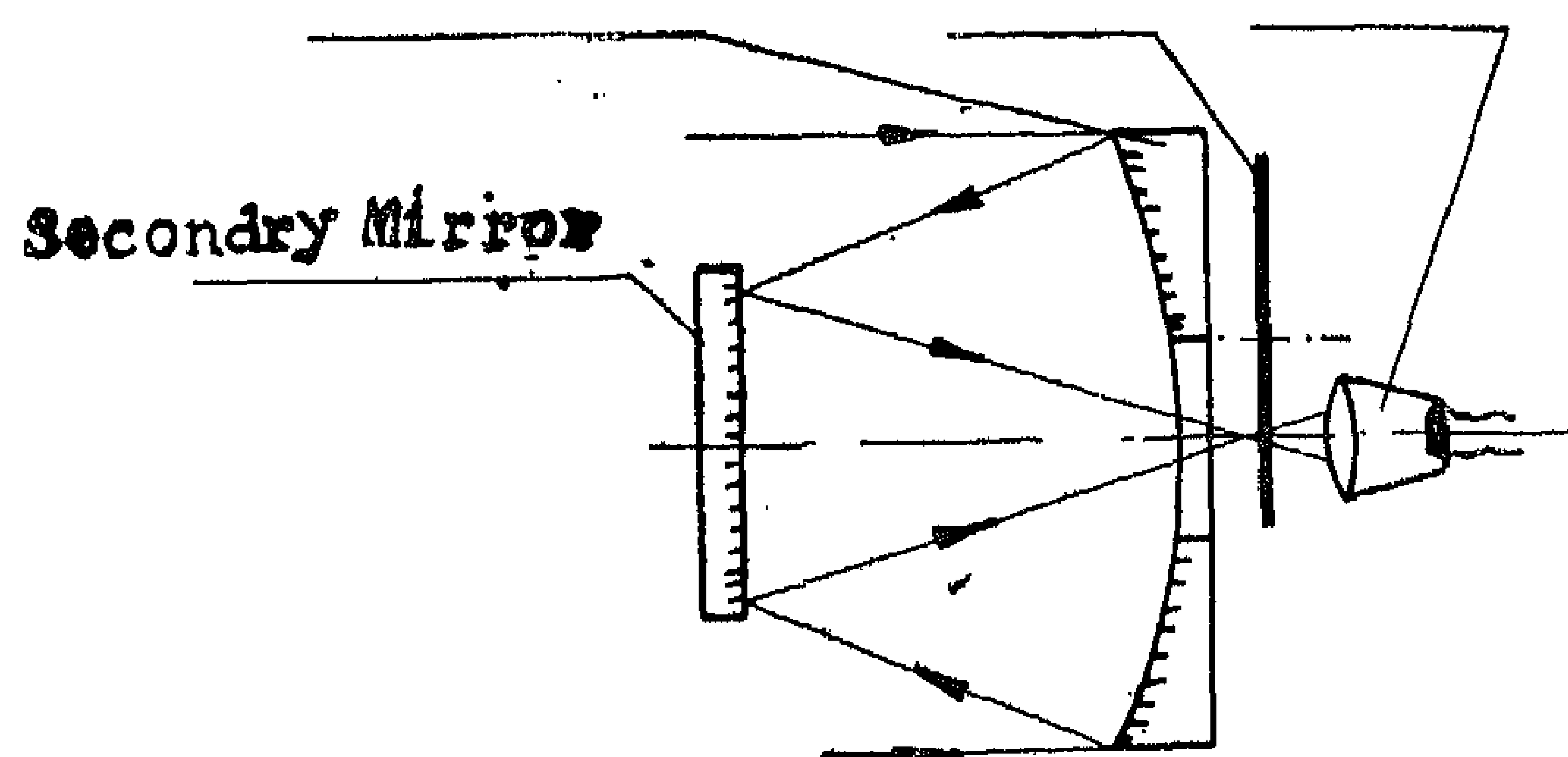
Fig. 8 Types of Modern Condensers.

The main elements of reflective systems are parabolic, spherical and hyperbolic mirrors, some forms of reflective objectives are shown in (Fig. 7). Though since a decade almost all objectives of IR heads were reflecting, yet after solving the transmission problem, and specially for great field angle, reflecting systems are necessary.

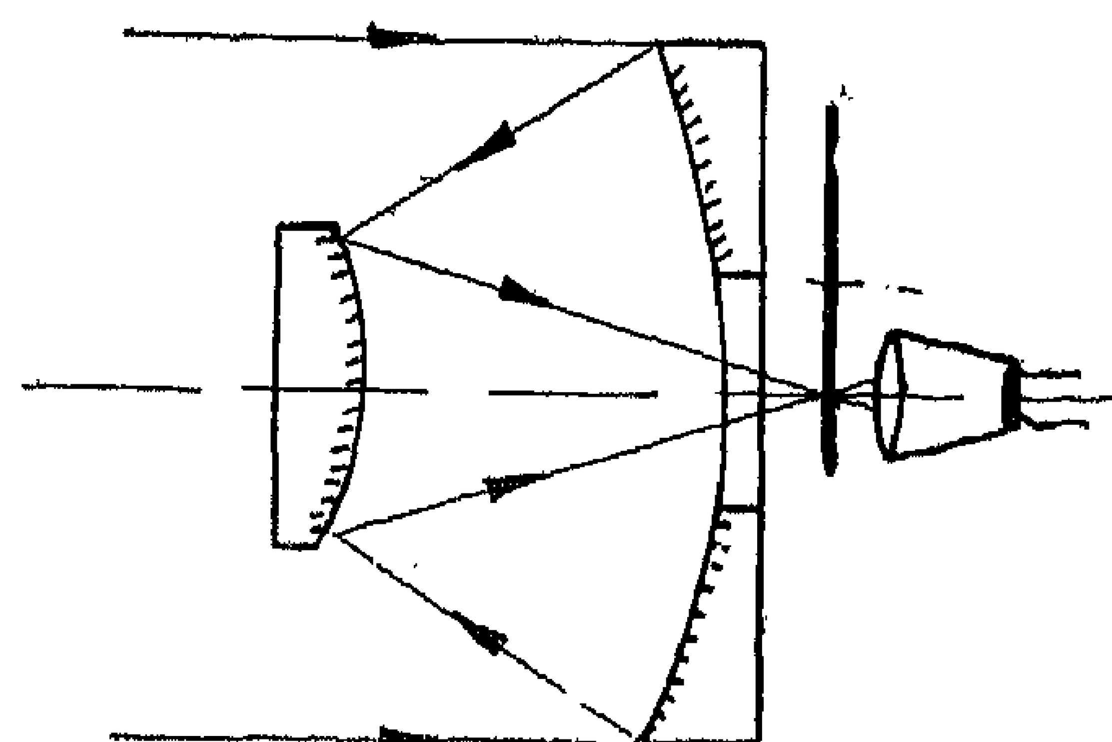
D. — *Condensers*.

The use of condensers is to make a maximum possible concentration of energy after the image forming stage and modulation in rocket heads, or to decrease focal length and hence (f/N°) effects on system could be summarized as :

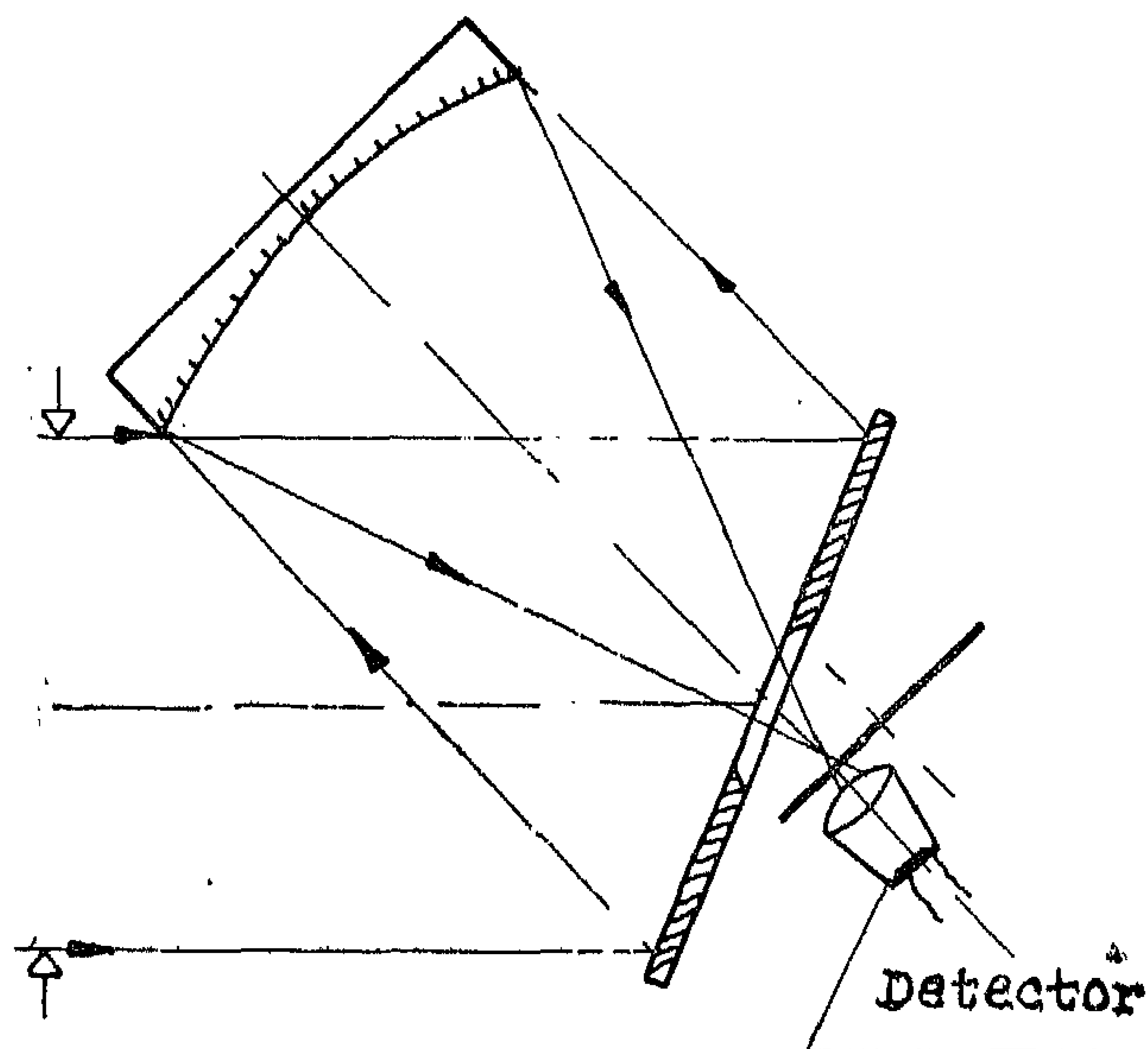
— Making it possible to go down with the (f/N°) without further decrease in modulation efficiency.



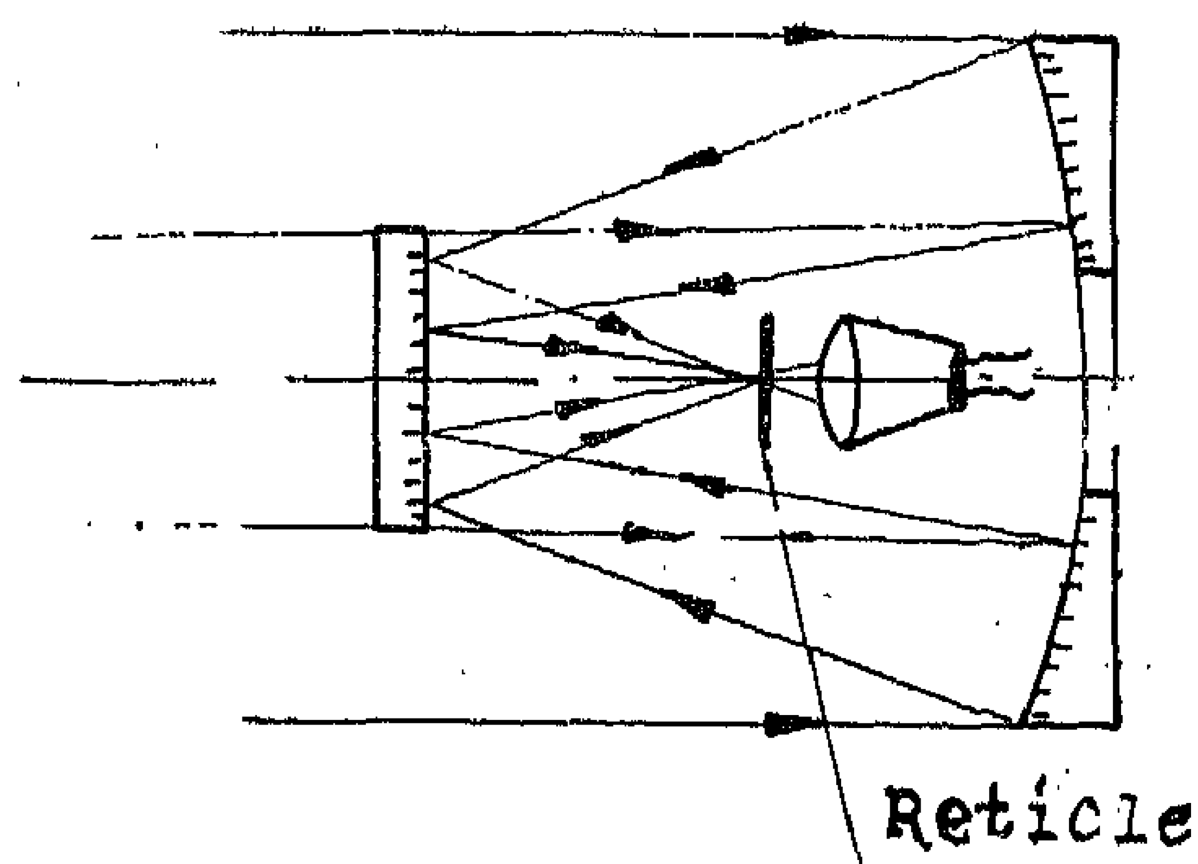
(a) Obscuration 38,9%



(b) - Obscuration 20,2%



(c) Obscuration 6,9%



(d) - Obscuration 16 %

Fig. 7 Reflecting Objectives

B. *IR Dome* :

The dome shapes are

- Pencil pyramid shape,
- Dome shape,
- Mosaic type.
- Plane Parallel disc.

The usable materials for their construction are materials (table 2) which allow, high transmission and the problem is the possible producable sizes.

C. *Objectives* :

Though the optical gain is most important in collection of energy, yet image size affects both accuracy and modulation efficiency. If the image forming stage is before condenser, objective aberrations determine to a great extent image dimensions. Objectives are seaswaing between reflective and refractive, the characteristics of both are compared in Table 3.

TABLE (3)

Type of optics	Reflecting	Refracting
ADVANTAGES	— No selective absorption of IR radiation. — Colour aberration free. — Focusing can be done in visible region. — Spherical aberration for the same f/N° is less than the minimum form of refractive lense. — Long focal lengths are possible in a compact system.	— No blocking factor. — More control of aberrations by more refracting surface. — Mounting problems are simpler. — Less surface accuracy is necessary at a given wavelength. — Large field of view is achievable.
DISADVANTAGES	- Curved focal surface. — Off-axis aberration. — Correction of aberration requires refractive element. — Blocking effect reduces optical gain. — More difficult in mounting and alignment. — Limited field of view.	— Each element has two reflecting surfaces. — Wavelength limitation of existing materials that as well fulfils physical properties. — Chromatic aberrations. — Not possible to focus on visible light. — Absorption reduces optical gain.

III — *Energy Collecting System (ECS.) :*

A — Purpose and General Principles.

The purpose of the ECS. is the proper collecting and focusing of IR radiations, and imaging of source emitting these radiations, since this has great influence on system efficiency and accuracy.

(i) Radiation Concentration.

The optical gain (O G) is a measure of radiation concentration.

Where,

$$OG = \frac{\text{IR energy incident on detector}}{\text{IR energy incident on detector in absence of ECS}}$$

Which can be put in the form dependent on system parameters (Fig. 6).

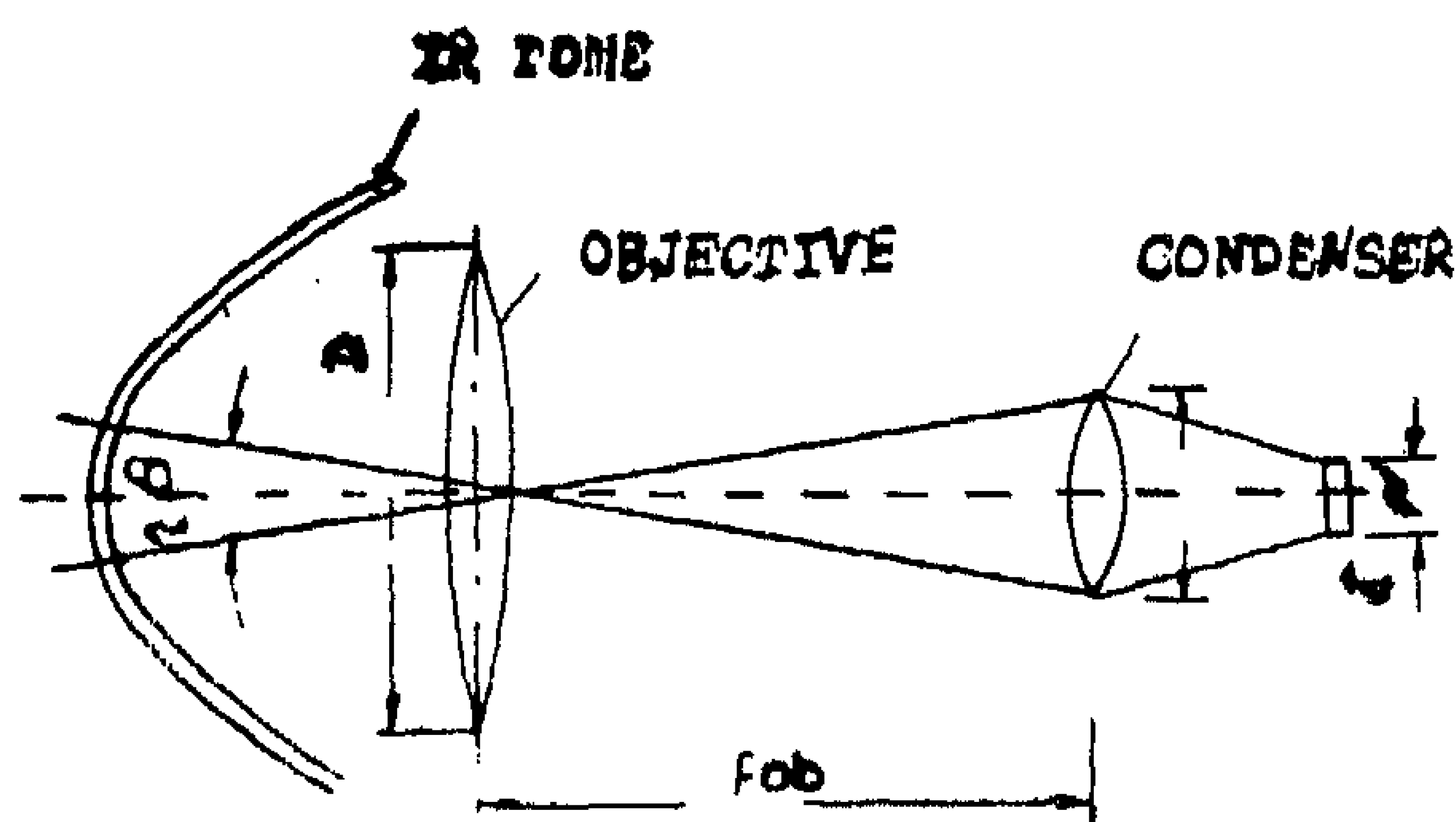


Fig. 6. Energy Collecting System Parameters.

$$OG = \frac{D^2}{(tob)^2 \; 4 \tan^2 \beta} C^2 \; T_{do} \; T_{ob} \; Te = \frac{1}{F/N}$$

T .... Total percentage tarnsmission in wavelengths of interest.

C .... Condenser gain.

act ...... Suffix for actual.

do .... Suffix for dome.

ob .... Suffix for objective.

e .... Suffix for condenser.

β .... Field angle.

The field angle is a requirement dependent on rocket target relative maneuvrability and system method of scanning.

From Eq-2, it is seen that it is necessary to achieve :

— A small $(F/N^{o})_{ob}$

— High transmissivity of each element in the wavelengths of interest.

— High condenser gain.

(ii) Imaging of Radiating Target.

The quality of the image is to be understood as the increase in image dimensions and its subtended angle. This increase has influence on modulation (or carrier genaration) efficiency.

The main parts of ECS are the window or dome, objective and condenser.

TABLE 2 :
"MATERIAL FOR DOME USE"

Properties	n at 4,3	FORM		Maximum diameter (%)	Transmission
		Material	Window		
$Al_2\ O_3$	1,68	Single crystal	Dome	150	up to 5,5 μ
Mg O	1,71	Small crystal	Mosaic	Small	up to 6,8 μ
$As_2\ S_3$	2,35	Glass	Dome - pencil	300	up to 12 μ
Si	3,42	Single crystal & polycrystal	Dome - pencil	150	up to 15 μ

(iii) Source Size.

This is to be added to radiation studies as the subtended angle at inlet aperture shows :

- The effect of spatial or space filtration.
- Whether the target is to be taken as a small part in a vast background in the system field or is to be detected by determining its edges, i.e. the discontinuity between the source and its background.

B. *Atmospheric Absorption and Scattering* :

The IR radiations are absorbed by gas molecules present in the atmosphere, and up to 10 km we have H_2O and CO_2 as the most absorbing constituents. The absorption bands are shown in (Fig. 5).

Apart from molecular absorption, radiations are scattered by the particles in the atmosphere. We have different forms of treatment namely Ray Leigh scattering if particles size is far smaller than the wavelength Mie scattering when the size is comparable, and if much larger we have non-selective scattering.

In recent literature many empirical, and computational methods are studied for the calculations of atmospheric absorption. These are largely dependent on knowledge of temperature, path length, directions and humidity 7, 8.

C. *Useful Signal :*

It is now possible to write the useful signal including absorption and background as

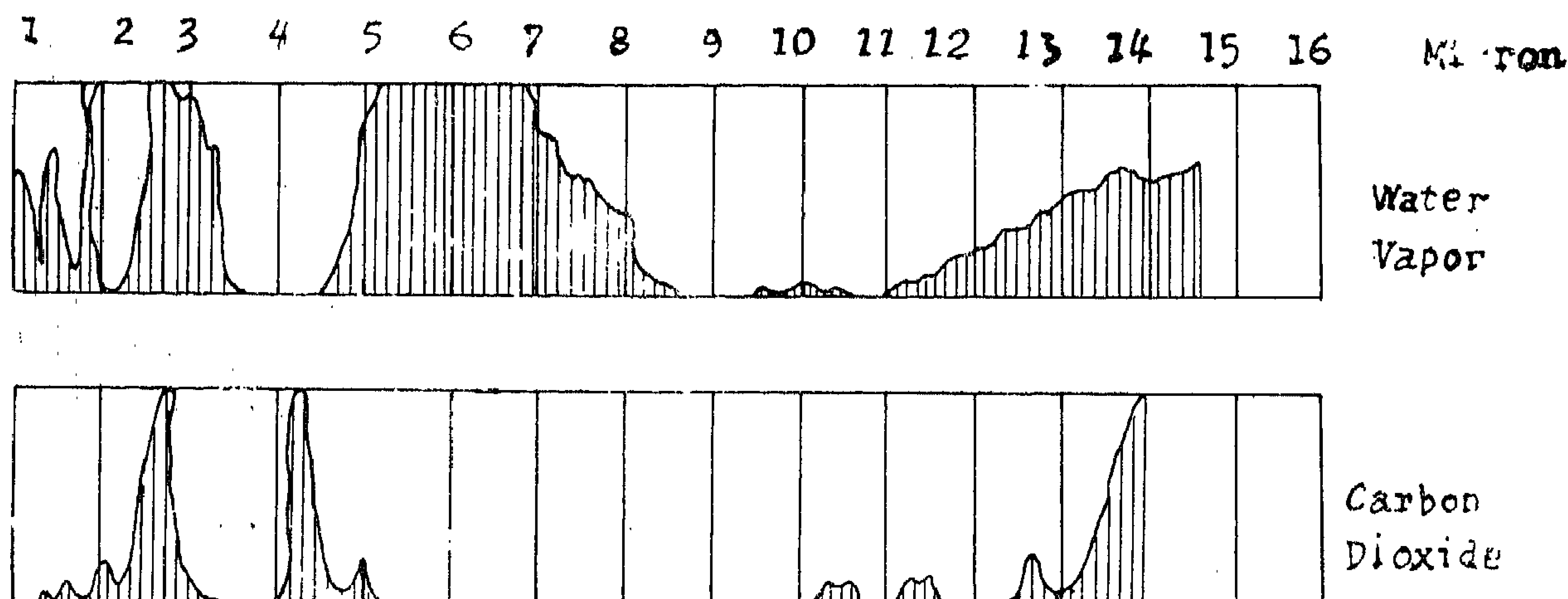


Fig (5) CO_2 and H_2O Absorption bands

$$S = \frac{A_T \quad A^0}{\pi r^2} \int_{\lambda_2}^{\lambda_1} [W\lambda_T Ta(\lambda) To(\lambda) Q(\lambda) - w\lambda\xi_\sigma To(\lambda) Q(\lambda)] d\lambda . (I)$$

Where,

$W\lambda_T$ ... Target or source spectral radiant emittance (Watt cm^{-1} micron^{-1})

A_T .... Source area cm^2.

$T\alpha(\lambda)$ ... Transmission of the atmosphere for a given wavelength.

r .... Source distance from aperture.

A .... Aperture area (obscuration should be considered).

T_0....... Spectral transmission of energy collecting system.

Q (λ) ... Relative spectral response of detector.

Fig- 4 Spectral Radiation Of Three Natural Sources

Fig-4 a Ocean Emissivity Factor is 98% (Banes CO.) /3/ And With it Percentage Attenuation of Atmosphere Approximately

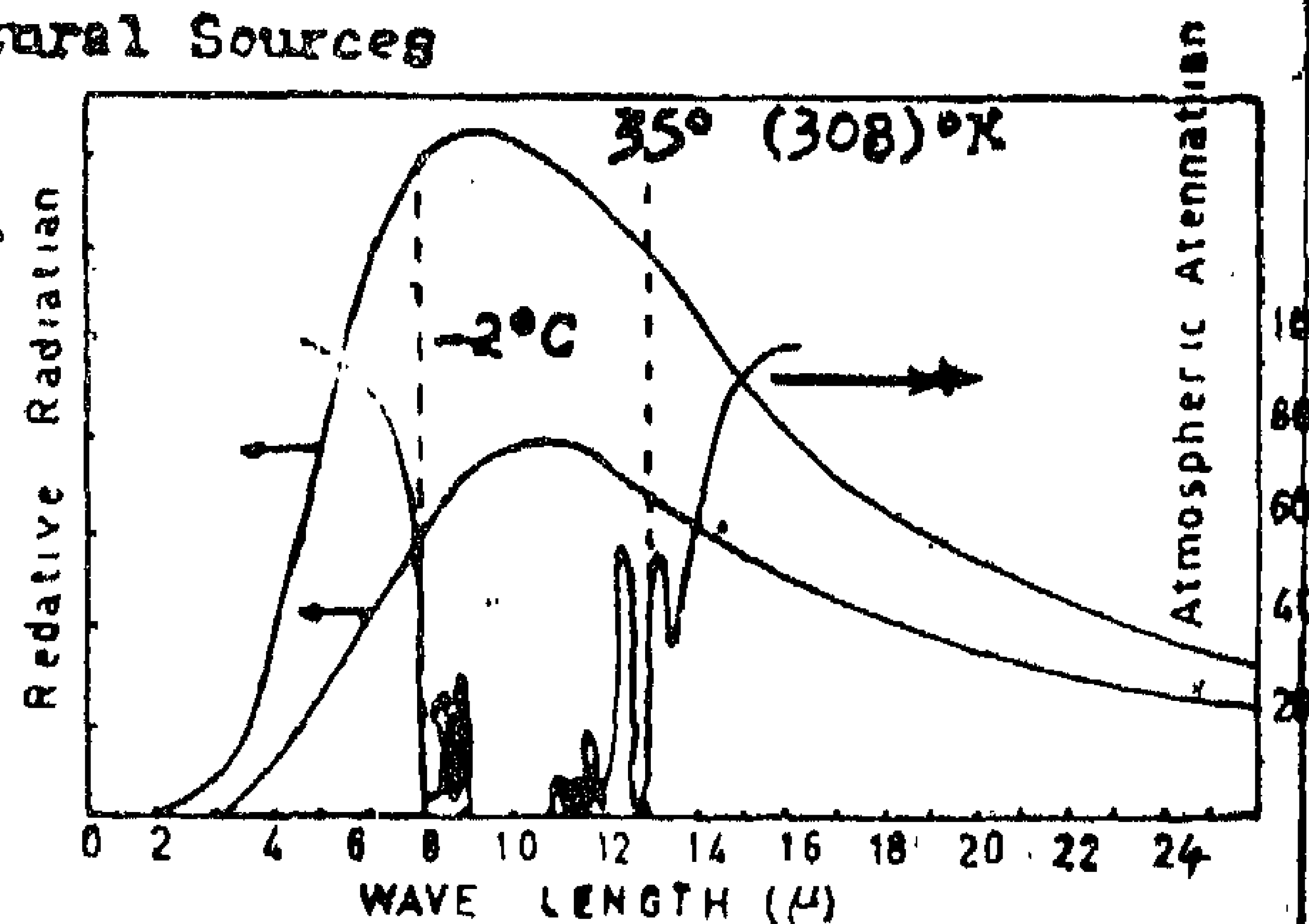
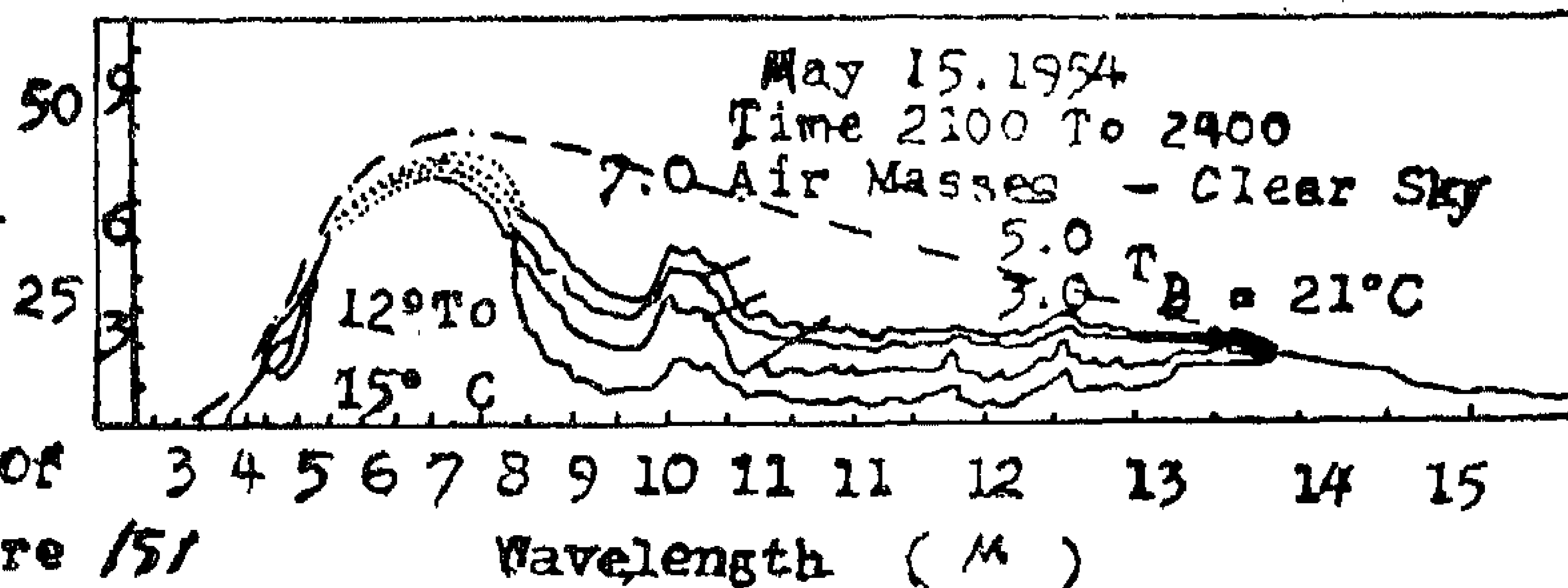
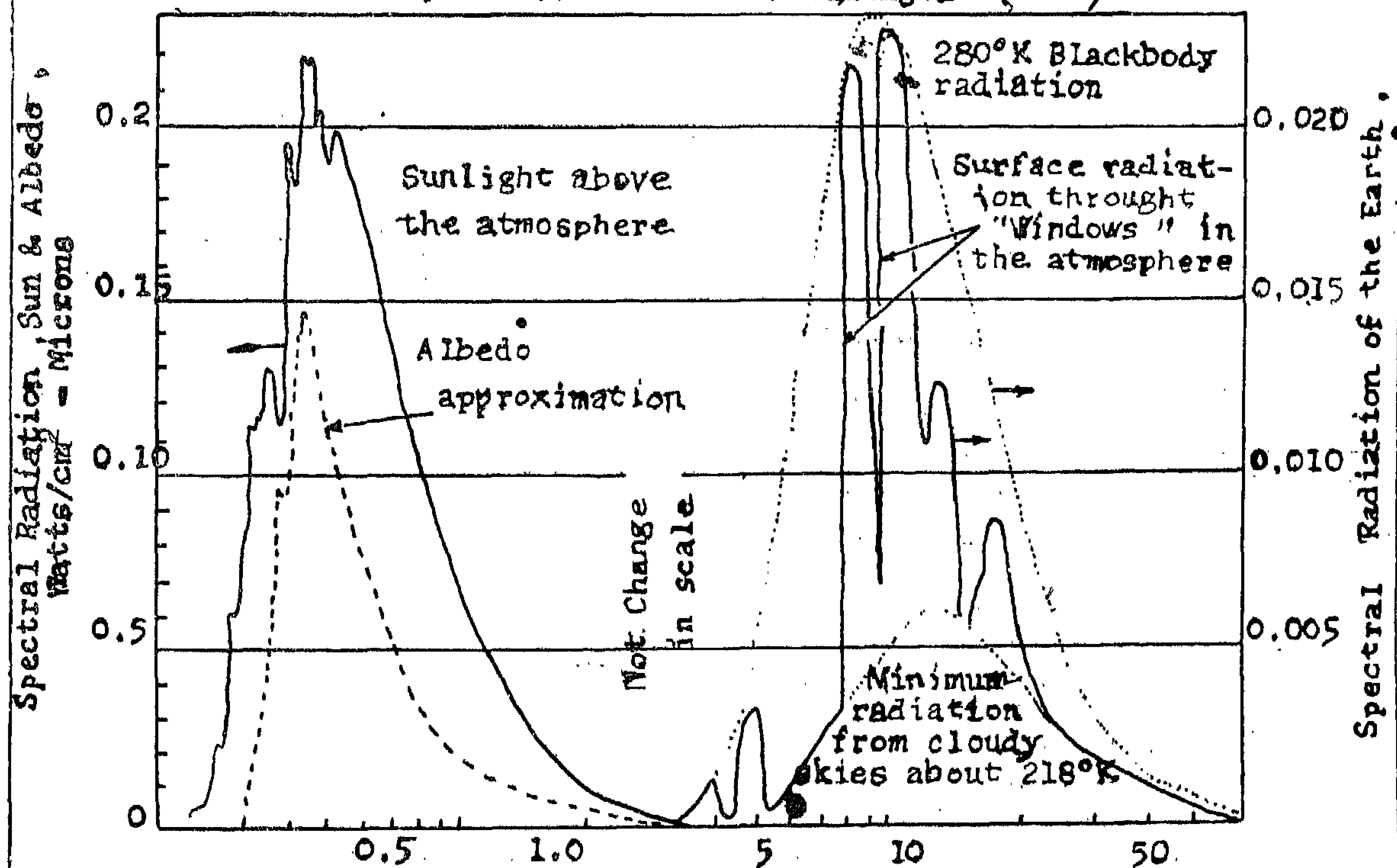


Fig.4 b Atmospheric self radiation for Different air masses /4/ .

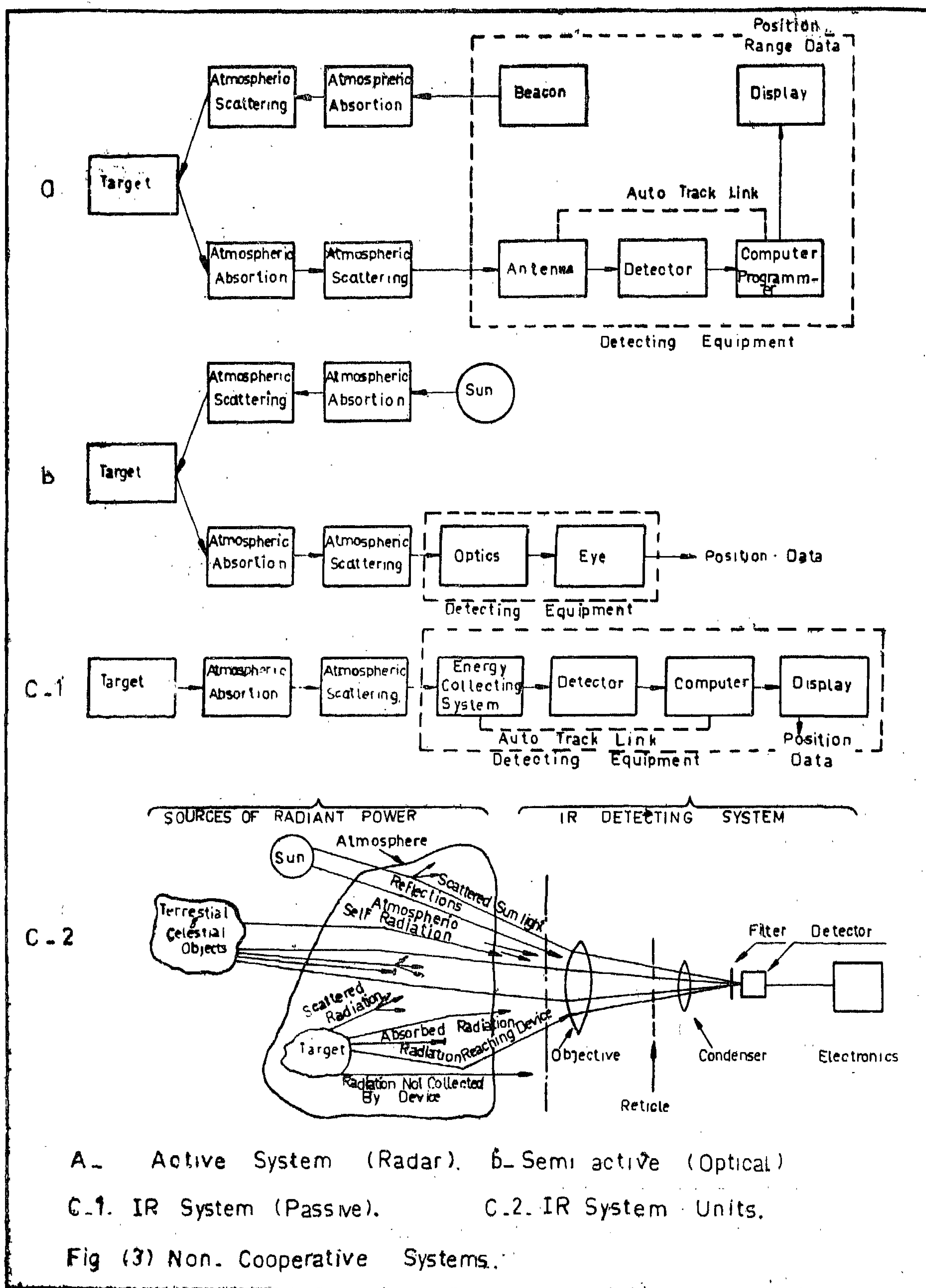


* Air Mass Is A Path Of 8KM At One Atmosphere /5/

Wavelength (μ)



(4-c) The spectral distribution of solar radiation as compared to albedo and earth radiation /6/



A_ Active System (Radar). b_ Semi active (Optical)

C_1. IR System (Passive). C.2. IR System Units.

Fig (3) Non. Cooperative Systems.

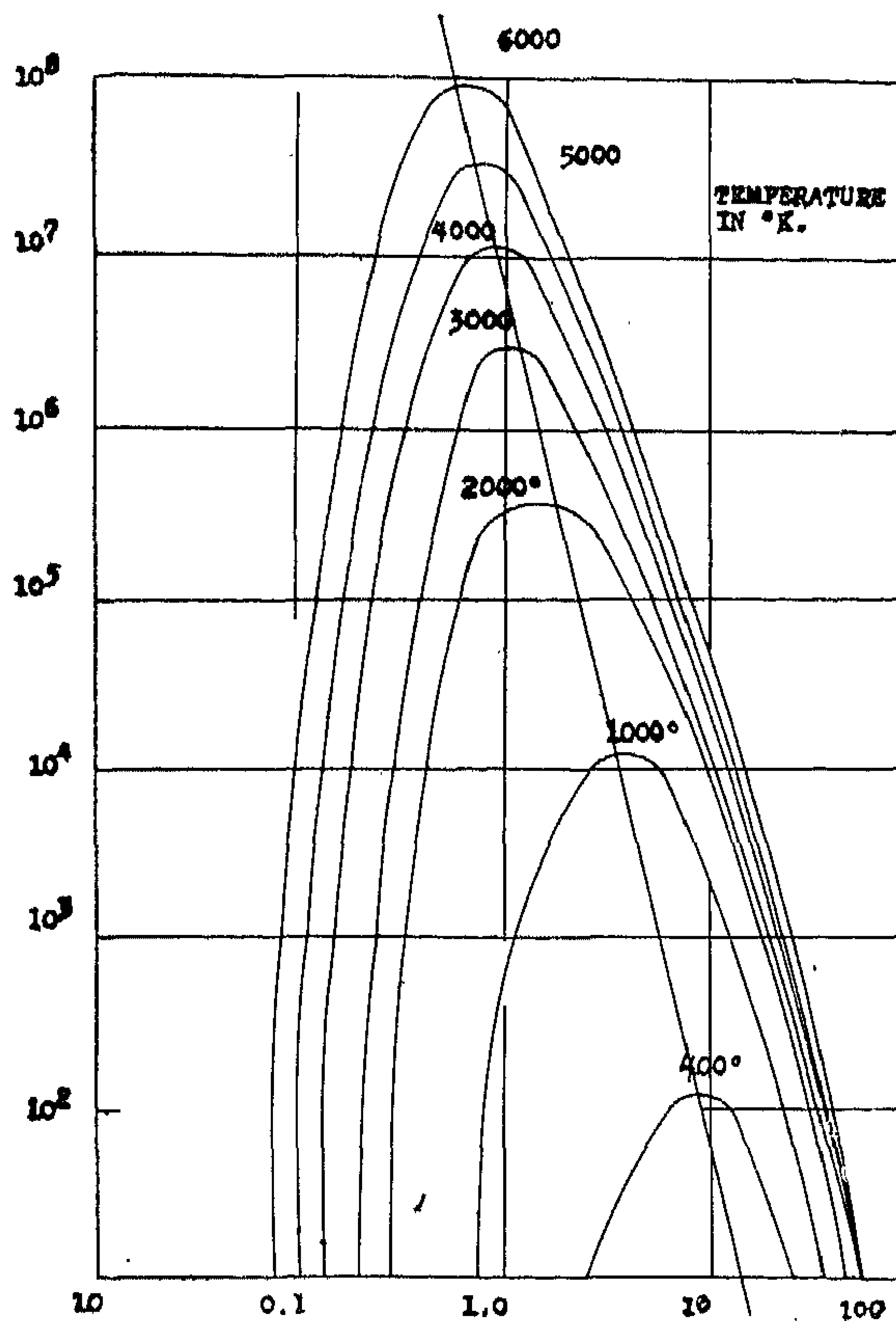


Fig. 3

(iii) E C S (energy collecting system).

Detectors are of small size, and without the gathering of energy and its concentration on it, the amount of such energy from distant targets is too small to detect.

(iv) Detector.

It is the transducer of radiant energy to electrical signal. The signal shape is to be predetermined to get target position.

(v) Scanning or Data Display.

This is simply determined by either image plane scanning or object plane scanning.

The above mentioned 5 units will be treated briefly then two main applications are to be explained.

II — *Source radiation, BG and absorbing medium :*

The signal felt in an IR system is the difference of incident energy (total) on detector when target is viewed, and when it is absent from the field of detector. This necessitates the study of source radiation, that of BG, and atmospheric absorption. Spectral emissivity and absorptivity are equal. There is a broad division of IR sources namely, selective radiator such as gases and sources that emit continuous spectrum*. The nature of the study and its effect follow :

A. *Source Radiation and Nature* :

The studies needed for design include details of size and radiation characteristics for system design and planning. The radiation source is naturally not under control. Spectral and absolute radiation studies are of primary importance .

(i) Spectral Characteristics.

It is the study of the spectral emissivity at each wavelength and is the basis for :

- Choice of optimum filter for maximum signal to noise ratio (S/N).
- The possible estimation of absorbed percentage of radiation through the atmosphere.
- Determination of suitable types of detectors.
- Choice of materials for energy collecting system.
- Recent literature related to the spectral radiation of sources includes jet motor, earth atmospheric, and even ocean surface radiation (Fig. 4). We are to remember that some of the above sources represent the background with respect to others**.

(ii) Absolute Radiation.

Absolute power and its directional properties determine :

- The possible ranges for target tracking and/or acquisition in different directions as radiation is inversely proportional to the square of distance.

* Solid deviates from being grey and emissivity factor is affected by surface finish, paint and conductivity. Emissivity factor is subjected to directional variation. Gases different to solid absorb radiation only between narrow regions (bands). The absorptivity is dependent on gas temperature, mass, pressure and shape.

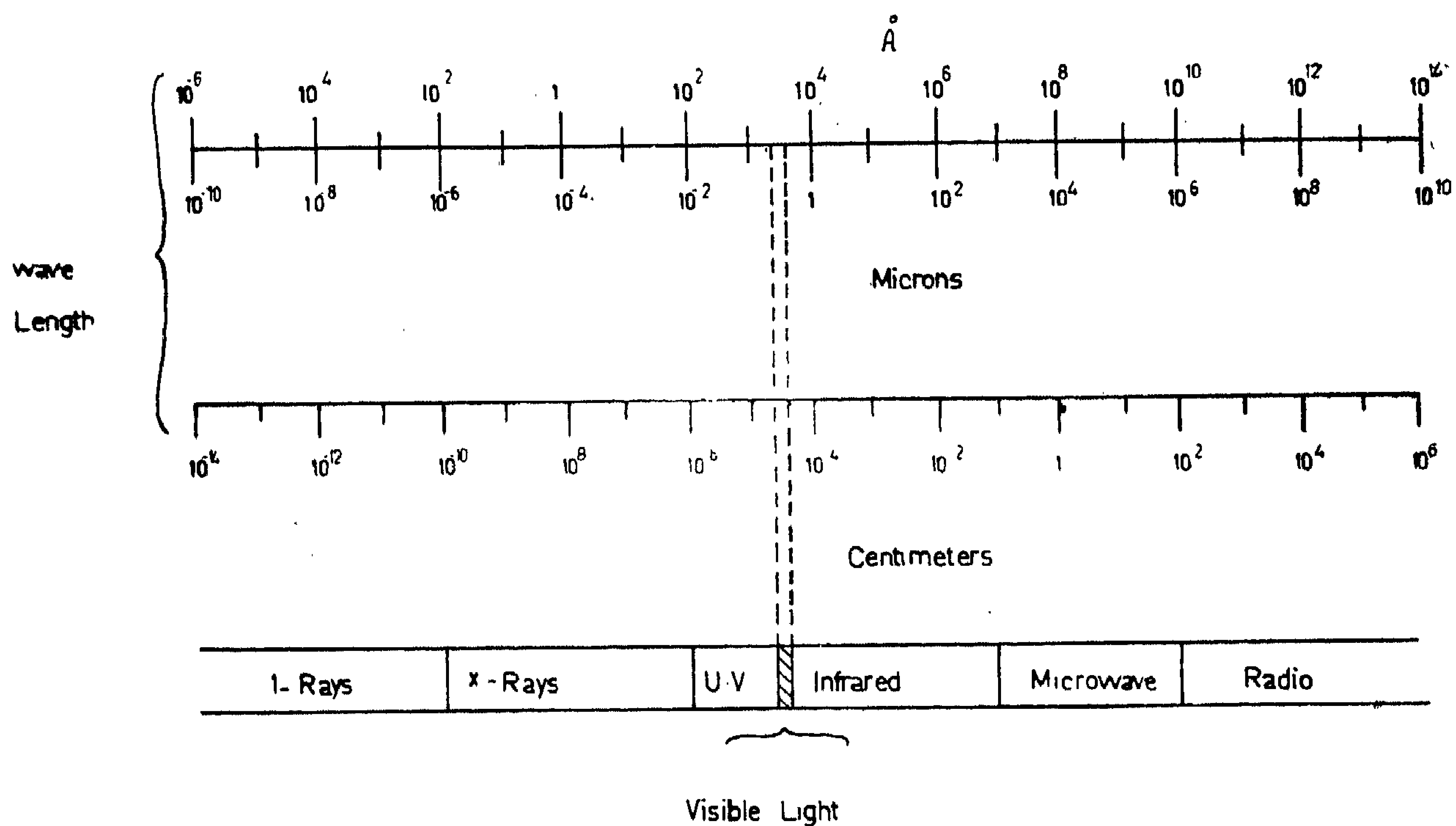
**Reflection of sun radiation is included with the earth's self radiations for comparison.

TABLE (1)

MAIN FEATURES OF NON-COOPERATIVE SYSTEMS

Characteristics	SYSTEMS		
	VISIBLE	RADAR	IR
Source of detected radiations	Sun	Transmitter	Target
Penetration :			
Haze	Poor	Good	Good
Fog	Useless	Good	Poor
Clouds	Useless	Fair	Useless
Jamming	Good	Bad	Good
Time of use	Day time+	24 hours	24 hours
Power requirement	Small	Large	Small
Angular resolution (mill rad)	0,1—0,33	2—30	0,1—3
Range measurement	Poor	Good	Poor
Minimum limitation	Good	Bad	Good
Operation against			
Sun	Useless	Fair	Useless
Size	Small	Large	Small
Low angle operation	Good	Bad	Good

x Except with search lights which are obsolete.



(Fig(1), IR Region in the Electromagnetic Spectrum.

BASIS OF INFRARED TECHNIQUES AND THEIR USE IN GUIDANCE

By

Dr. Eng. A. M. HALLOUDA

ABSTRACT

The long range detection and tracking of objects is accomplished almost exclusively by electromagnetic radiation namely visible light, radar and infrared (IR). The physical basis of interest in IR is simply that any object at temperature above absolute zero (and every object is), having an emissivity greater than zero radiates electromagnetic energy much of which is in the infrared. Thus all objects ranging from heavenly bodies to rockets to human beings can be detected by means of passive instrumentation. On close examination, infrared systems consist of the source of radiant energy, an absorbing medium, an energy collecting system, a detector of radiant energy and a presentation or output by which the data are made available or can be interpreted. The main function of the system is to detect temperature gradients in its field of view or the zone it is scanning. Proper interpretation of these gradients is used in missile tracking during its launch, in passive homing systems, and in navigation (fixing local vertical) replacing gyros.

I — *INTRODUCTION*

Long range detection and tracking of objects in air and space is accomplished almost exclusively by electromagnetic radiation. The infrared (IR) region of these radiations is favoured for its high accuracy, low cost and simplicity. It is the purpose of this paper to bring the subject of the ever increasing use of IR region into perspective and record the techniques of design. The IR system will be explained, its main elements or units are then discussed and finally some of its applications are presented.

A. *IR Region and Non-Cooperative Systems :*

The IR region in the electromagnetic spectrum lies between 0.75 to $10^3\mu$ (Fig. 1). Much of the natural radiation from bodies in the temperature range from less than 100° K to 2500° K lies in this region (Fig. 2). Due to this fact IR passive technique can be applied for acquisition, tracking, and detection of heavenly bodies, rockets, aeroplanes and human beings. The position of the IR region makes it always very useful to compare it to optical and radar systems. These three represent in non-cooperative systems the active, semi-active and passive types (Fig. 3). The main features are compared in Table 1.

B. *IR System :*

The IR passive system is a kind of contrast seeker,, which detects a target radiation against that of its background (B G), such as a jet exhaust of an aircraft against a cool sky B G and the discontinuity of earth radiations, against the cooler space.

On close examination of IR systems, we can see that there are 5 basic units :

(i) Source of Radiant Energy.

This is the source that radiates and which is to be detected or tracked.

(ii) Absorbing Medium.

The absorbing medium modifies the spectrum and decreases radiant energy and the contrast of target radiation against that of B G.

12. Priscu, R.: "Les calcul des barrages-Voutes par les methodes des reseaux". Report C. 12, Sixth congress on large dams, New York, 1958.

13. Davis, S.R.: A study of the arch dam analysis on the basis of thin shell theory. Ph. D. Thesis, 1960, Edinburgh University.

14. Hosni, A.F.M.: Stresses in multiconnected arch dams. Ph. D. Thesis, 1965, Nottingham University.

15. Allen, D.N. de, G. Chitty, L. Pippard, F.J.S. Severn, R.: "The experimental and mathematical analysis of arch dams with special reference to Dokan". Proc. Inst. of C.E., Part I, Vol. 5, 1956.

16. Allen, D.N. de, G. Windle, D.W.: "The three dimensional solution of arch dams" International symposium on the theory of arch dams. England, 1964.

17. Tottenham, H, Desai, J.R.: "Approximate solutions in the shell theory of arch dams" International symposium on the theory of arch dams, England, 1964.

18. Hajdin, N.: "An integral equation method for arch dam analysis" International symposium on the theory of arch dams, England, 1964.

19. Tottenham, H.: "Further developments in the integral equation technique in arch dam analysis" International symposium on the theory of arch dams, England, 1964.

20. Brown, J.M.: "A photoelastic analysis of some typical arch dam shapes" Ph. D. Thesis, U.C. London 1963.

time. A model of a photoelastic material is first cast and machined to the required dimensions, this is glued to a relatively big valley of the same material, the stresses are frozen in the model under the required load inside a controlled temperature oven. Mercury can be used for loading the model for the case of water pressure. To obtain gravity stresses in an arch dam, the relatively small weight of the dam was magnified (21) by linking the oven with the dam inside to a lever arm which is rotated with constant speed, it can be seen that the centrifugal force due to rotation creates more loads on the dam which is proportional to the dam mass and in the same direction as that of gravity.

4. *Conclusions :*

The design of an arch dam is not an easy job, this is due to the complex nature of the geometrical surface of the dam beside the importance of such structures. It can be seen that the variation in the thickness of the dam. which is important in helping to distribute reasonably the stresses inside the dam considering the nature of the rock foundation at the same time adds more difficulty to the problem.

An analytical solution for such structures has not been yet obtained. The spread of high speed electronic computers in the last decade has given rise to different techniques which need more refinement and research. It has helped to cut the time needed for already existing methods.

A design of an arch dam is usually based on the experience gained from already existing dams.

After choosing a reasonable section of the dam, the thicknesses could be evaluated using rough methods, stresses are computed at different points using more accurate methods, the shape is modified accordingly. Most designers especially on the continent of Europe prefer to check their design experimentally to put it in its final form.

REFERENCES

1. Jeager, C. "Arch Dams" Hydroelectric Engineering Practice Volume 1, chapter X, London 1958.

2. Resal: "Formes et dimensions de grandes barrages en Macconnerie" Annales des P. et C. No. II, 1922.

3. Materre: "Calcul de Barrages Reservoirs en forme de Voute "Annales des P. et C. No. VI, 1922.

4. Design Standards No. 2 Treatise on Dams, chapter 10, U.S.B.R. Denver, Colorado, Colorado, 1956.

5. Fairfax, F. Kirn, D. Sarkaria, G.S.: Stress Analysis of Multiple Arch dams Technical Memorandum 647 U.S.B.R. Denver, Colorado, 1953.

6. Clough, R.W. Tocher: 'Analysis of thin arch dams by finite elements methods" International symposium on the theory of arch dams, England, 1964.

7. Zienkiewicz, O.C., Cheung, T.K.: "Finite element method of analysis for arch dam shells and comparison with finite difference procedures" International symposium on the theory of arch dams, England 1964. ,

8. Tolke: "Talsperren" Springer, Berlin.

9. Lombardi, J.: "Les barrages en voute mina" Laussane 1955.

10. Flugge, W.: Stresses in shells 1906.

11. Herzog, M.: "Design of arch dams of any shape by shell theory" Die Bautechnik Vol. 33 No. 8 pp. 268-273.

The displacements were assumed in the form :

$$u = f_1(x)(1-\bar{\Theta})^2, \quad v = f_2(x)(\bar{\Theta}-\bar{\Theta}^3);$$

$$w = f_3(x)(1-\bar{\Theta})^2$$

$$\bar{\Theta} = \frac{\Theta}{\theta} \qquad \theta = \text{radial angle}$$

where $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ are unknown fun-

boundary conditions.

$u = o$, $v = o$, $w = o$ and $w = o$ at Θ
ctions in x and the functions of Θ satisfy the
$= \mp 1$ as well as geometrical compatisilily.

Different differentials of the displacements were evaluated and substituted in the basic equations of equilibrium and integrated within the limits $\Theta = \pm 1$, thus yielding a set of ordinary differential equations. It can be shown that this method is equivalent to substituting these displacement functions in energy expressions and then minimizing.

The ordinary differential equations were solved by reducing them to the form

$$\frac{d}{dx} F = A(F) + Dx + C$$

by introducing new functions for other derivatives

where F = column matrix

A = square coefficient matrix

C = square coefficient matrix

This type of equation can be solved by matrix progression techniques.

Another method due to Hartree (18) was applied by the same authors (39) for reducing the partial differential equations to ordinary differential equations by using finite difference expressions to one of the two independent variables, the range in this variable being divided into a finite number of, generally equal, intervals. The boundary conditions at the extremities of this range being used to modify the difference expressions in the usual manner. This again leads to a set of ordinary simultaneous equations, derivatives being with respect to the remaining independent variable. The resulting equations may again be conveniently solved by using the matrix progression technique.

Hadjin's technique for solving partial differential equations was applied to the dam (19 and 20). This method consists mainly of three steps : firstly the partial differential equations together with the boundary conditions are transformed into a set of linear integral equations of the Fredholm type by using Green's function techniques, secondly these integral equations are reduced to a set of linear simultaneous algebraic equations by using numerical methods, thirdly these simultaneous algebraic equations are solved.

3. *Experimental methods for arch dam analysis :*

Models were used for a long time to investigate stresses in arch dams. Ordinary methods for loading a model and measuring deflections and strains on both surface are widely adopted, these measured values are used to evaluate the principal stresses and their inclinations on both surfaces of the dam which give a fairly reasonable picture of the important stresses. Among the material used for such models are plaster, plastics and concrete.

An interesting test on a large scale concrete model fixed to a concrete valley was carried out by Prof. Sparkes at the Imperial College London.

A rubber model was used by Prof. Allen (15) to give an idea about the displacements in the Dokan dam, these values were used as starting values to solve the partial differential equations by relaxation methods on desk machines.

Three dimensional photoelastic froxen technique was also used for the same purpose (14) including doubly curved dams (21). This gave a complete picture of stresses inside and on the surface of the dam in a comparatively short

Lombardi (9) in 1955 obtained a simplified set of displacement equations by first considering the relative magnitude of some of the terme in Flugge's elastic relations (10), neglecting terms considered to be small and then substituting the remaining terms into the equations of equilibrium. As in Tolke's equations, the vertical displacement was neglected so that there were only two displacement equations. The methods of solution of these equations suggested by Lombardi were based on the selection of suitable relation ships to replace the displacement equations.

The coefficients of these relationships were formed by means of a least square error method.

Herzog (11) in 1956 expressed the equations of the dam as two fourth order partial differential equations in radial displacement "w" and a stress function "Θ" so as to automatically satisfy the first two equations of euqilibrium after neglecting the term (radial shear/R).

To obtain a solution Herzog suggested that these equations could be written out for each intersection point of a grid system and the resulting equations (2 for each intersection point) solved by relaxation or by means of a computer. Herzog also indicated a method of solution of a simplified set of these fourth order equations by assuming that the equations can be separated into two parts, one part due to membrane and the other due to plate action.

In 1958, Priscu (36) started with Lombardi's simplified displacement equations, substituetd into them a set of finite difference approximations and the resulting equations were applied to the nodes of the grid system. This leads to a system of 2n equations with 2n unknowns. The unknowns being radial and tangential displacements at the intersection points.

Finite difference technique has been used to obtain numerical solutions for the shell equations applied to arch dam. In case of cylindrical dams, this is carried out by replacing the continuum into a system of points called the grid points, formed by the intersections of the mid surface of the dam with either of two planes Z = constant and Θ = constant in case of using two dimensional shell equations (13), (14) or by the intersections of the plane r = constant, Θ = constant and Z = constant in case of three dimensional differential equations in polar coordinates (15) for the displacement components). At each point these differential equations are reduced to three algebraic equations using finite difference expressions which involve the displacements of the point and surrounding points.

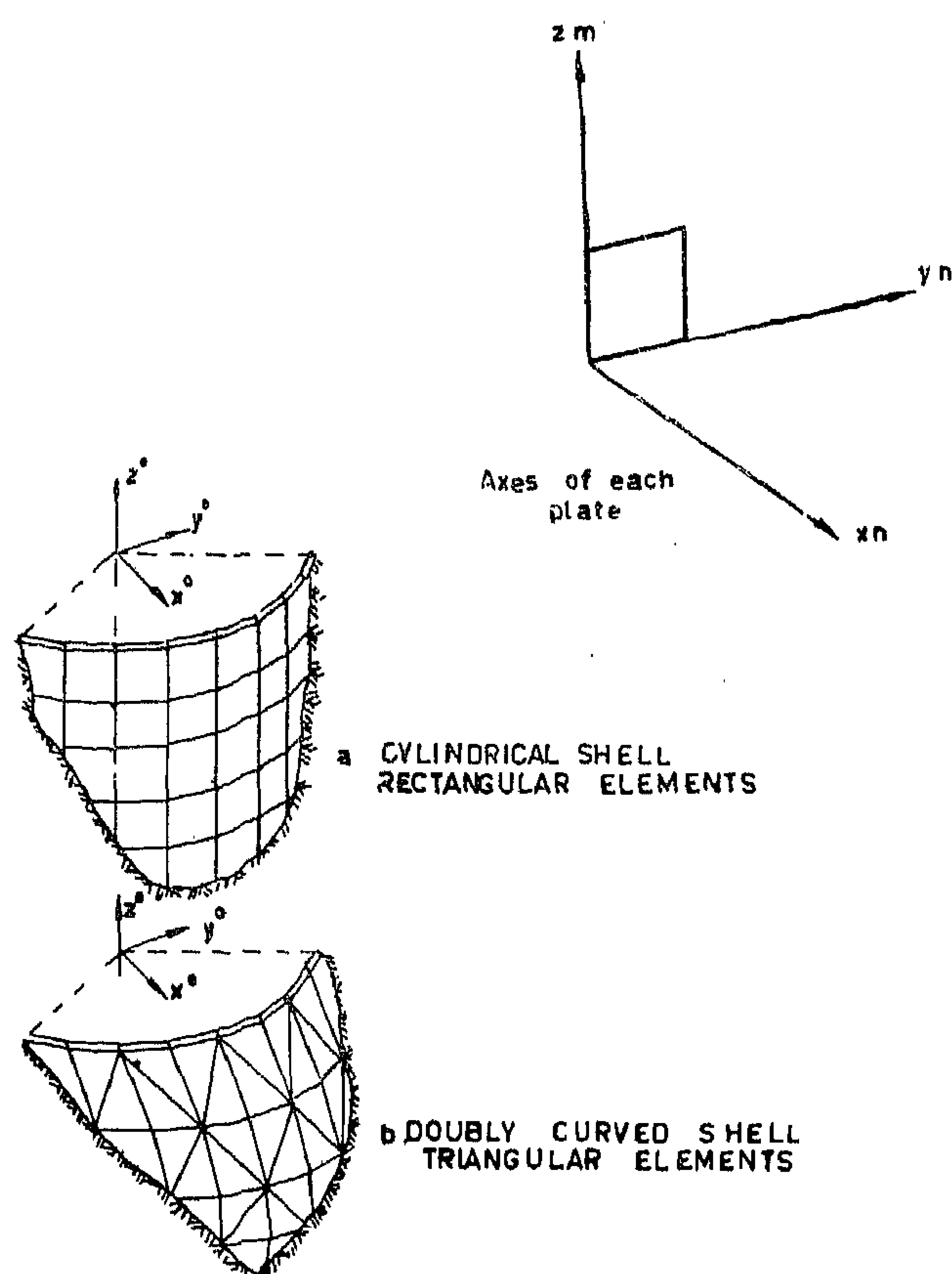
To take the boundary conditions into acount, the grid was extended to a system of fictitous points beyond the boundaries which can be expressed in terms of the interad point using the finite difference expression.

At each grid point there will be 3 simultaneous equations and the whole system of equations can be solved using iterative methods since they are largely unaffected by rounding errors. This iterative solution starts from an approximation to the true solution, and if successful, derives a convergent sequence of closer approximations from a computational cycle which is repeated as often as may be necessary for the purpose.

The process is carried out till a defined convergence limit is attained.

Once the displacements at the grid points are computed, the forces can be calculated using similar finite difference expressions.

Variational methods were applied to arch dams by Totenham and Desai (17). Methods of trial solutions with undetermined coefficients due to Kantrovitch were used to reduce the partial differential equations to a set of ordinary differential equations in case of cylindrical dams with rigid boundaries.



IG.7 FINITE ELEMENTS IDEALIZATION OF ARCH DAMS

Distributed loads are treated as concentrated loads at the nodal points where compatibility and equilibrium equations should be established. The first is accomplished by treating as the unknown the generalized displacement of the nodal points (including rotation as well as displacement), the second by assigning reactions to the nodal points which are statically equivalent to the distributed continuum force resultants.

The stiffness of each individual plate element expressed in a matrix form is calculated, expressed in its local coordinates. This is carried out by assuming a displacement system throughout the element which, while satisfying equilibrium conditions at all points can be determined unequally in terms of the nodal displacements.

Once this displacement system is known it is possible to relate equivalent nodal forces to the nodal displacements simply by application of the virtual work principle.

A total stiffness matrix for all the continuum is established by superimposing the individual stiffness matrix for each element after transforming it to the general coordinate system of the complete structure which leads to a set of simultaneous equations

$$P = KU$$

with P or U specified at the nodes by the boundary conditions and the loading imposed

where P = force vector
K = stiffness matrix
U = displacement vector

These equations can be solved by using an electronic computer and the whole stresses can be obtained.

It can be seen that this is a flexible technique overcoming the difficulties resulting from choosing a complex surface for the dam and has the possibility of including hinges and openings in this surface.

Methods based on shell theory :

The methods of the second class start with the thin shell equations which are not easy to handle due to the nature of the boundary conditions imposed on the dam especially when it is a doubly curved one with variable thickness. These equations are sometimes simplified by ignoring some terms. Different approximate methods have been developed to tackle these equations.

The first important application of the shell theory to arch dam analysis was made by Tolke (8) in 1938. The displacement equations were reduced to two by neglecting the vertical displacement "u" and the equations were further simplified by neglecting certain other terms.

The simplified equations were then reduced to one fourth order partial differential equation in the radial displacement "w". In order to solve this equation Tolke assumed that ths solution was made up of two parts. The first part being the solution for a complete cylinder of the same profile as the dam and the second part a solution introduced to correct the difference between the cylinder and the actual dam.

The radial adjustments leave arch points deflected tangentially relative to corresponding points of cantilevers. Tangential shear loads are applied to the elements to remove this relative deflection. These forces are introduced first along tangents to the arch center lines, then an equal and opposite set is applied to the cantilever.

These loads are accompanied by vertical forces acting on the sides of the cantilevers and twisting moments in both cantilevers and arches. The vertical forces applied to two adjacent cantilevers in the boundary plane between them are equal and opposite, but the forces acting on the two sides of the same cantilever may differ. This difference causes bending in the cantilever accompanied by vertical shortening. Since the shear loads bend both arches and cantilevers, they will disturb the agreement previously obtained between the radial deflections.

As a result of rotations in the arches and cantilevers produced by the radial and tangential adjustments, it is necessary to introduce twist loads which are capable of bringing the rotations of arches and cantilevers into agreement. This twist loads consist of couples in horizontal planes acting on the arches, and equal but opposite loads acting on the cantilevers. In addition, vertical shearing forces are acting on the sides of the cantilever. The twisting moments in the horizontal cross sections of the cantilevers may be represented by shearing stresses parallel to the middle surface of the dam. The vertical shearing stresses on the sides of the cantilevers are equal to the horizontal shearing stresses. The forces thus applied to two cantilevers in the boundary plane between them are equal and opposite. The forces on two sides of the same cantilever, howevr, may differ. The effect of this differences is to cause bending of the cantilever. the resullting deflections are added to those due to other effects.

Since the twist loads bend both arches and cantilevers, and thus disturb the agreement of radial and fangential deflections, supplementary adjustments are required until all deflections and rotations of arches and cantilevers converge to a true solution.

The trial load is a flexible method for analyzing stresses in arch dams, it can be easily extended to account for several factors like foundation deformation, temperature changos, earth quake shocks, silt, ice and uplift.

The disadvantage of this method is that it needs a team of experts to perform the analysis, however, nowadays, all movements due to unit loads and all structural properties are obtained by the use of electronic computers. The adjustment of loads are performed manually, but deflections and stresses resulting from all these loads are computed electronically.

The U.S.S.R. determined the shape and thickness for the Mortow point dam by a series of crown cantilever adjustments. This was followed by a radial deflection analysis which was satisfactory. Finally a complete analysis was performed.

In 1964, the finite element technique was applied to the arch dam problem (6, 7). This technique was first developed for the analysis of complex structural systems required in modern high speed aircraft. Its fundamental concept is the idealization of the actual structure as an assemblage of a finite number of individual elements interconnected at a finite number of nodal points (Fig. 7). The shape of these elements can be either triangular or rectangular according to the case in consideration, the triangular shape is preferred for doubly curved shells while the rectangular is best suited for the cylindrical one.

unit triangular loads are twisting moments in horizontal planes, acting at the centre line of cantilever.

Cantilever deformations required for a trial load analysis are determined by the usual theory of cantilever beams.

Deformations and stresses in the arch elements are determined by the theory of flexure for curved beams with rib shortening. Arch elements resist radial loads applied at the upstream or downstream faces, tangential forces applied at the center lines and twisting moments acting at the centre lines. To assist in the determination of the magnitudes and distributions of these loads, a system of unit loads is used, these units are uniform, triangular or concentrated in their distribution according to the shown pattern, fig. 3. Triangular loads may, however, be designated to peak at any point.

The external loads are first divided between the arch and cantilever system until a satisfactory agreement of radial deflection is obtained. The loads may be freely chosen with the provision that the sum of arch and cantilever loads must be equal to the total external load at every point.

The process of dividing the loads is greatly facilitated by the use of deflections due to the unit arch and cantilever loads previously mentioned.

When an agreement of the radial deflections of arches and cantilevers has been achieved, there are still several factors which have been ignored. These include tangential shearing forces in horizontal sections along the centre lines of the arches and the corresponding vertical shearing forces in radial sections, twisting moments in horizontal and vertical planes; and Poisson's ratio : To complete the deformation agreement, self balancing, internal tangential and twist loads are introduced fig. 4, 5 and 6. They are applied in such a manner that torsional and tangential shearing stresses will be applied to cantilevers. *The arches are then subjected to bending and compression only,* and may be treated as though they have no resistance to twisting and tangential sliding. The vertical elements, on the other hand, must resist bending, compression, twisting and tangential shear. The self balancing loads are appllied and distributed in such a way that not only the relative radial deflections, but also the relative tangential movements and rotations of arches and cantilevers are removed.

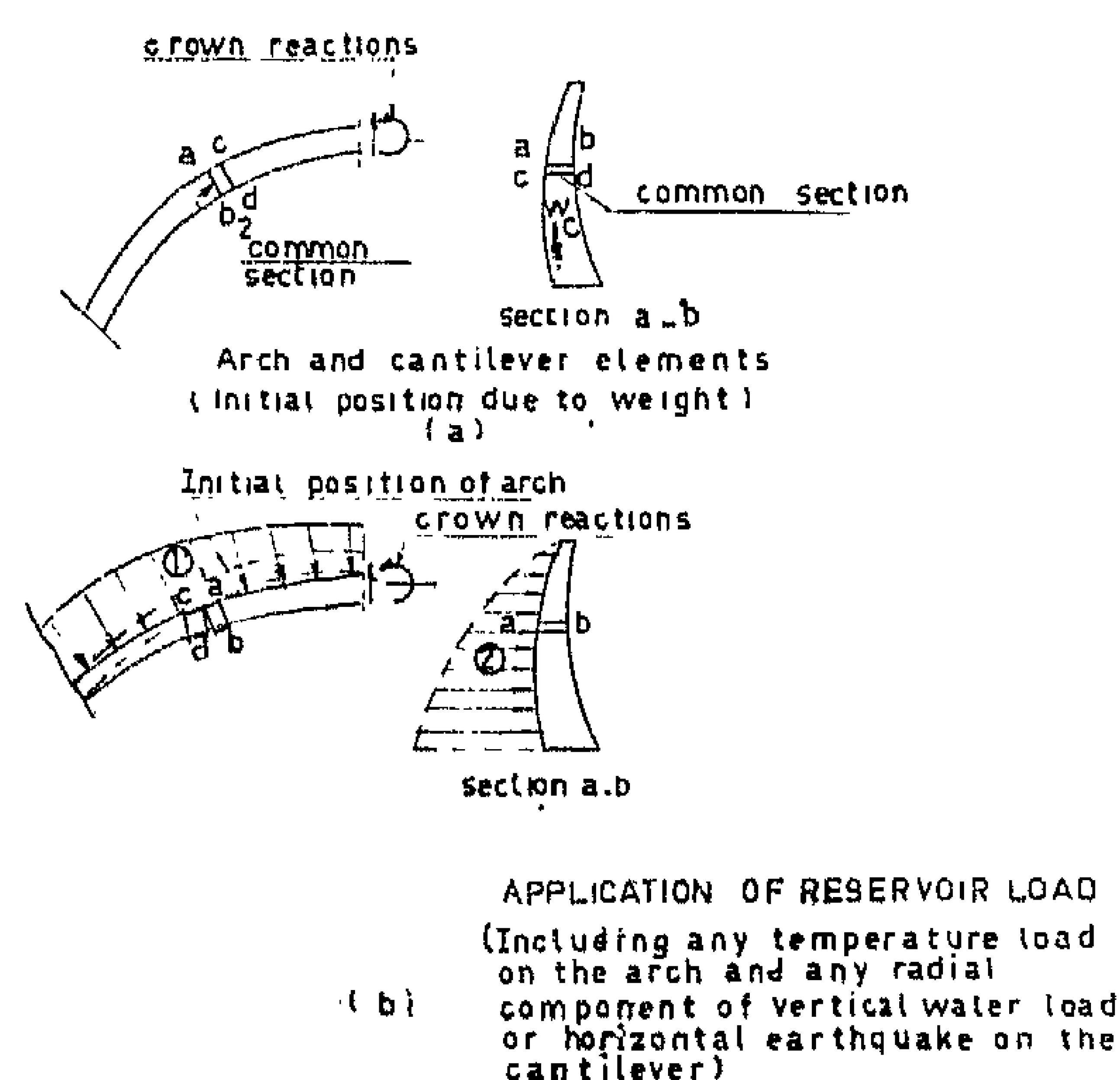


FIG.4 ILLUSTRATION OF THE TRIAL LOAD ADJUSTMENTS

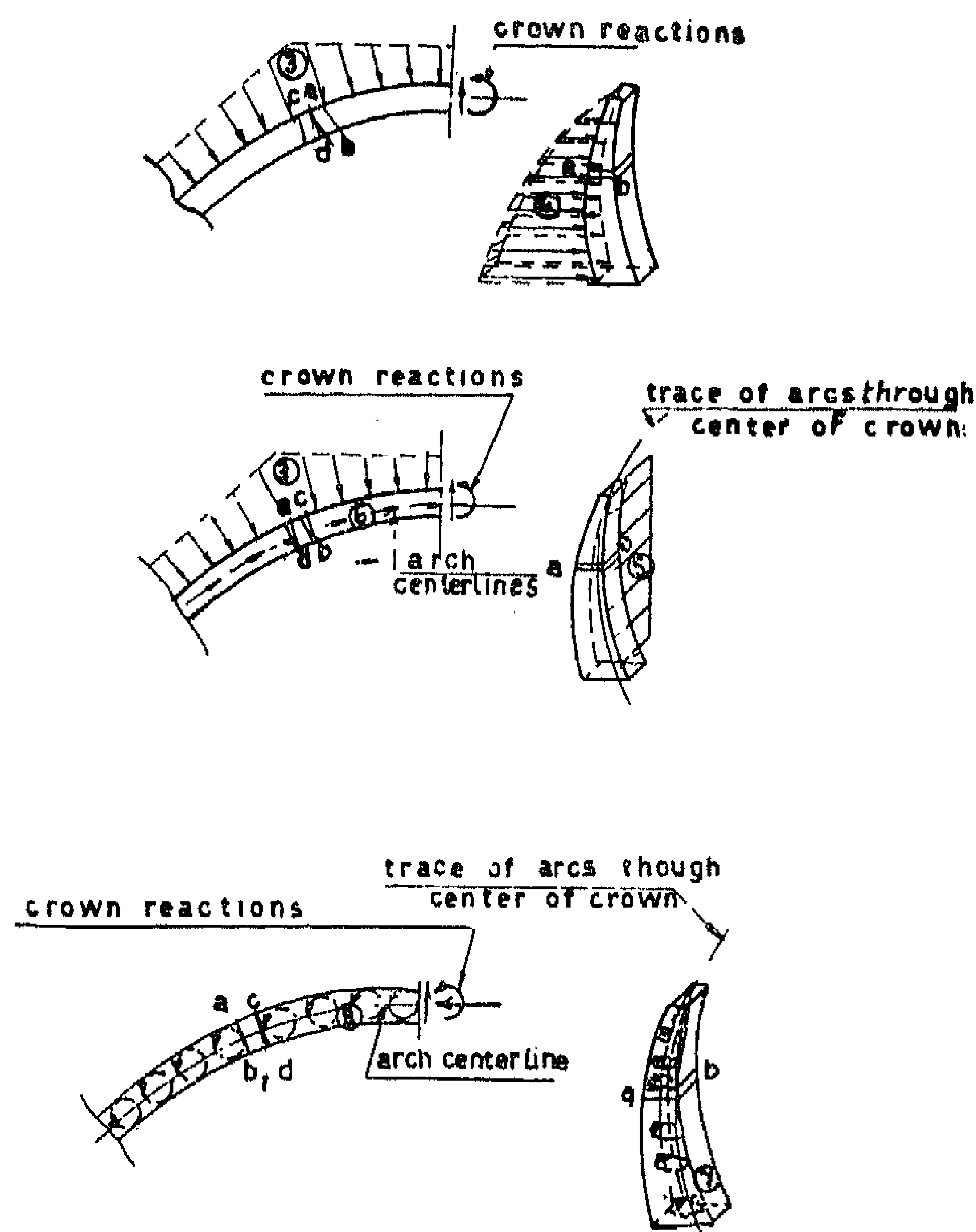


FIG.6 TWIST ADJUSTMENT NOTE: LOADS (3)(4)(5) AND 6 ASSUMED ACTING BUT OMITTED FORM FIGURE FOR CLARITY

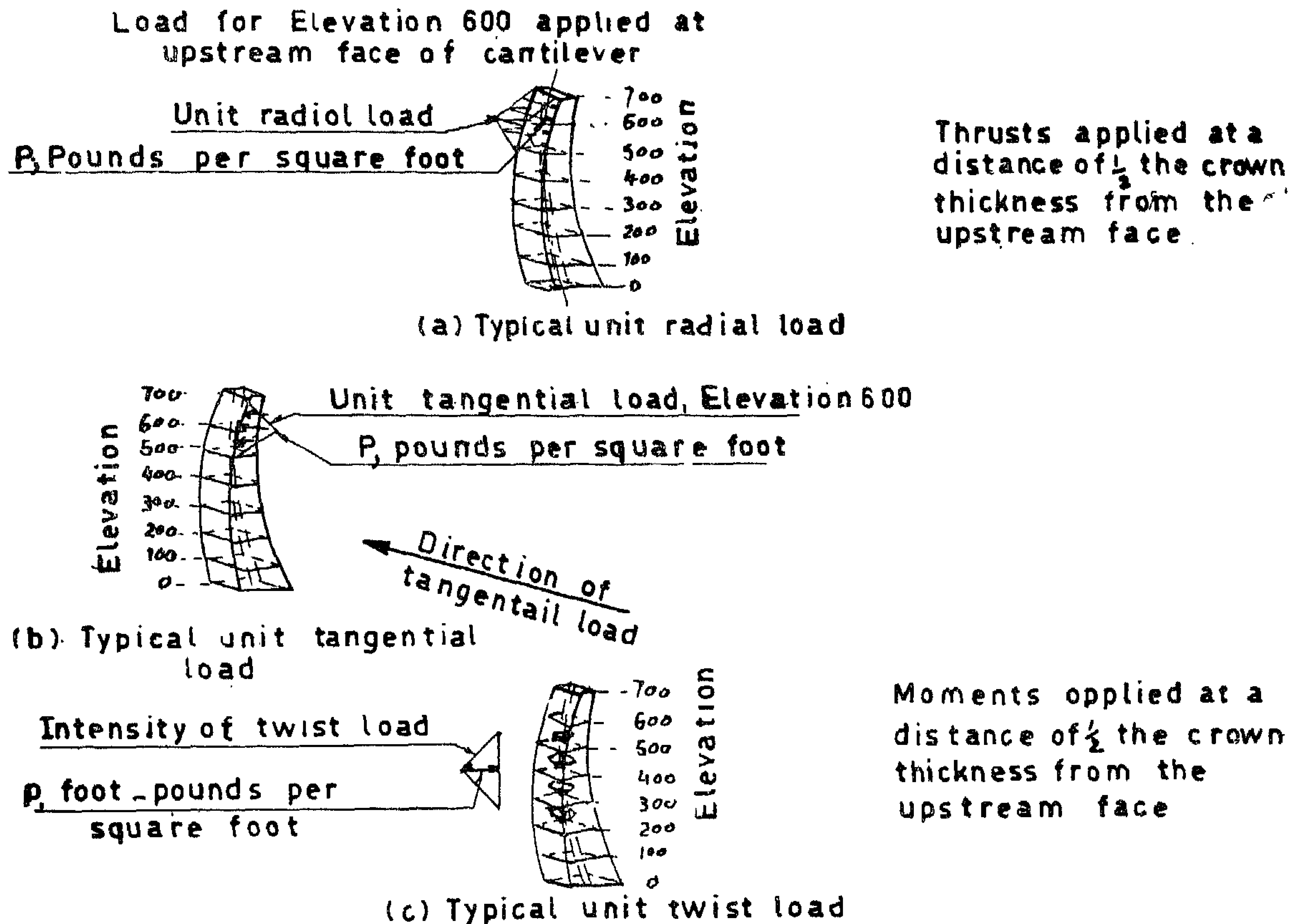


FIG. 2 TYPICAL UNIT CANTILEVER LOADS

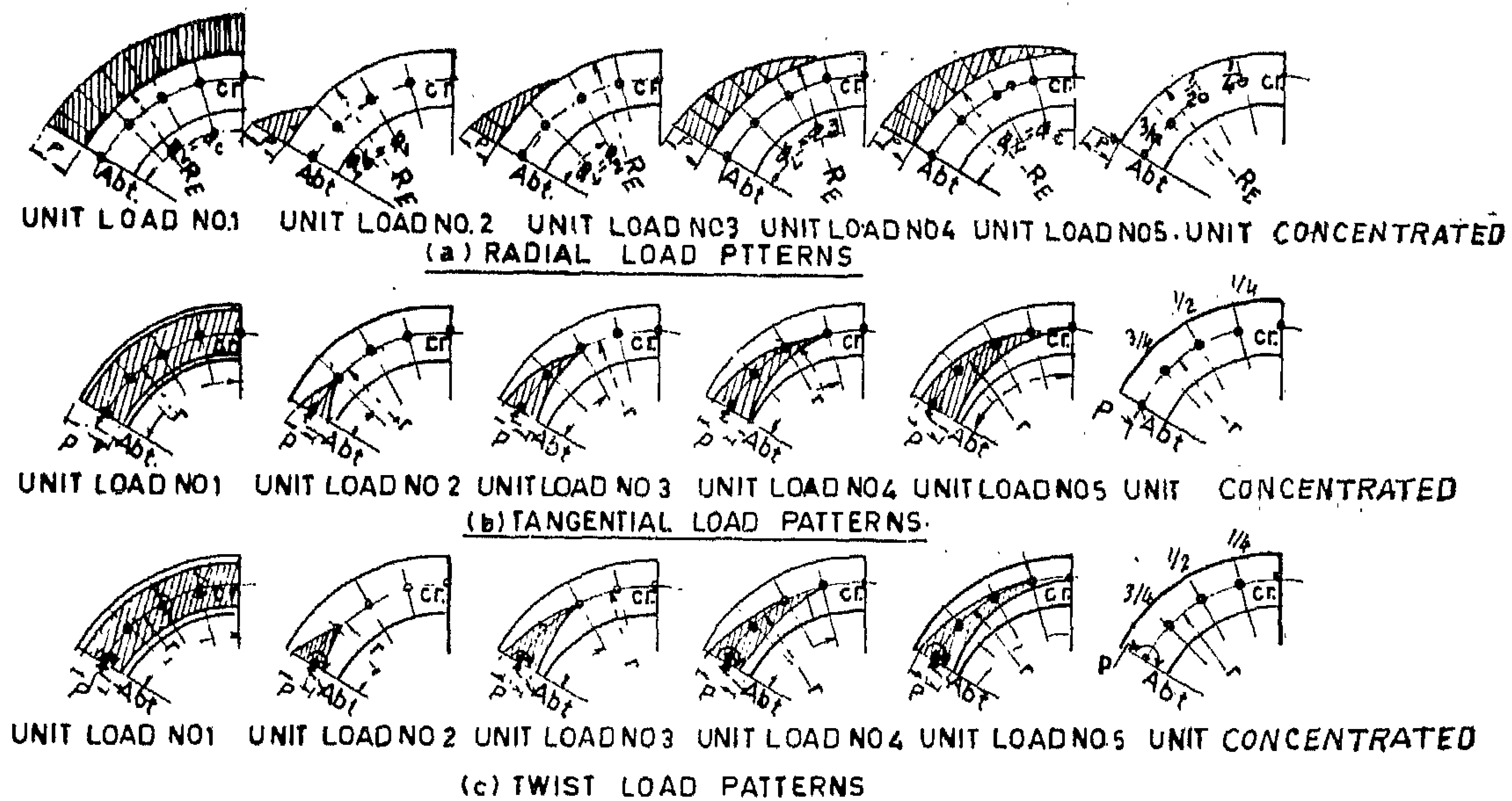


FIG 3 UNIT EXTERNAL LOAD PATTERNS SHOWING POSITIVE APPLICATION EQUALS ANGLE UNDER LOAD.

In the method of active arches proposed in 1922 by Resal (2) and developed by Materre (3), the tension zone occuring at the extrodous of the springing and the introdous of the crown of an actual arch was assumed to be fissured so that a fictitious arch (called active arch) is established which satisfies the non-tension conditions.

The most developed method in this category is the "trial load" method developed by the United States Bureau of Reclamation (4 and 5). This method assumes that the dam is divided into a series of arches and cantilevers by passing through a system of horizontal and vertical planes fig. 1. The applied load to the dam is divided between the arches and cantilevers in such a way as to produce equal movements in all directions at points of intersection of the arches and cantilevers. Each arch and cantilever is assumed to move independently of the others, but at the end of the analysis geometrical continuity must be restored at all points of the structure.

One of the merits of the trial load analysis is that it can be carried out in steps giving different accuracies to the solutions. The steps generally referred to are radial, tangential and twist adjustments.

The radial adjustment accounts for radial displacement, tangential movement, vertical displacement and rotation about the radius is brought into agreement by use of tangential adjustment. The twist adju:tment provides rotational congruency about the vertical and tangential axes.

To facilitate the distribution of applied loads between the horizontal and vertical elements, systems of unit loads are applied. On the cantilever elements, fig. 2, these unit loads triangular in shape, peak at each arch elevation. Unit triangular radial load are horizontal radial flaces applied at the upstream or downstream faces of the cantilever, unit triangular loads are tangential shearing force applied at the centre line of the cantilever,

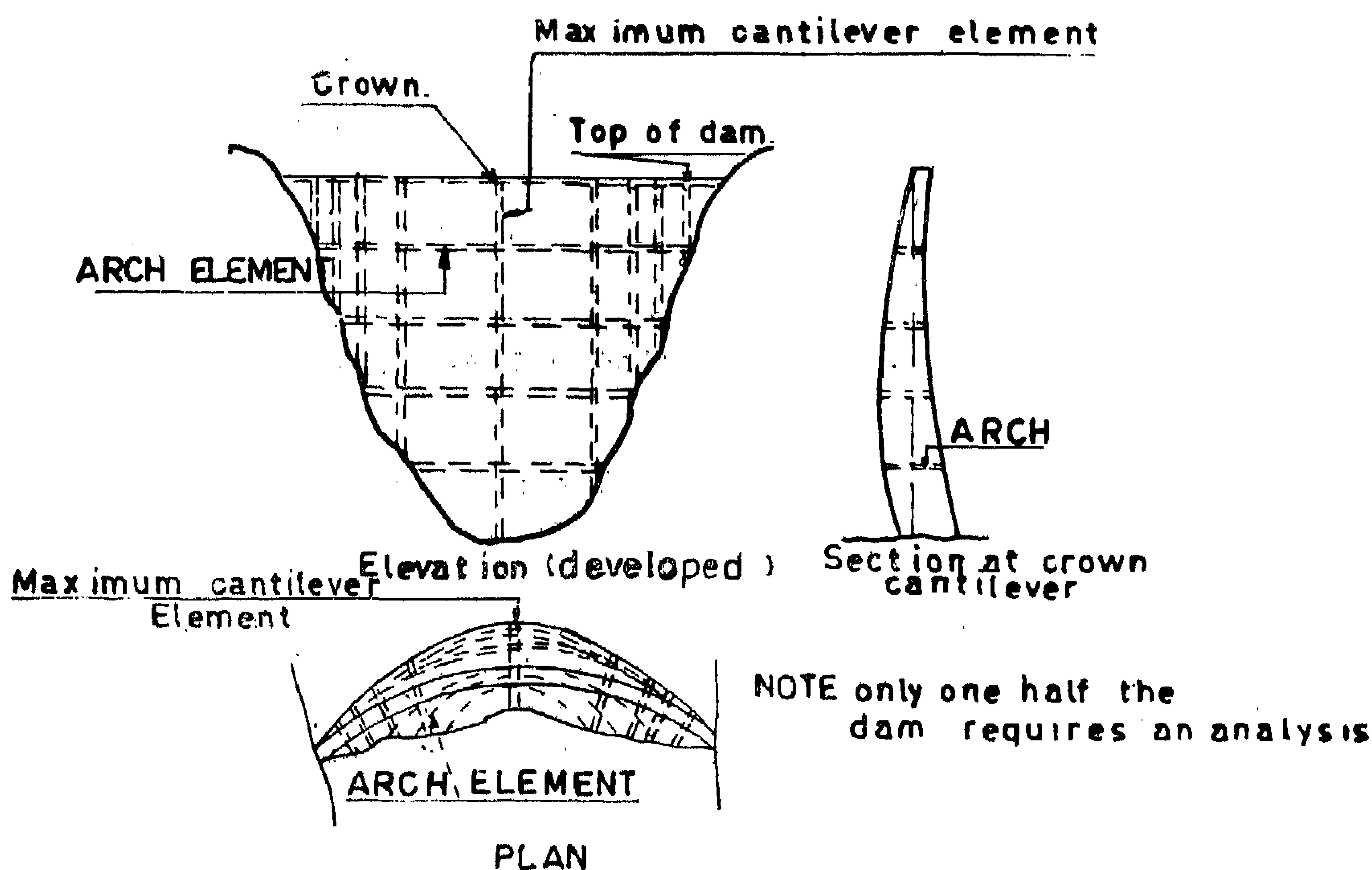


FIG. 1 PLAN. PROFILE AND SECTION OF SYMMETRICAL ARCH DAM

MODERN TRENDS IN THE DESIGN AND ANALYSIS OF ARCH DAMS

By

AMIN HOSNI, Ph. D.

Introduction :

The number of arch dams is increasing rapidly all over the world. An arch dam is most popular in narrow V or U shaped valleys. However, in wide valleys a multiple arch dam consisting of more than one barrel resting on rigid abutment can be used. The horizontal cross section of arch dams is usually thin and of a variable cross section. Invariably a curvature in the vertical direction is found necessary.

These dams may be constructed of plain or reinforced concrete; plain concrete dams may be reinforced where high stresses occur. The concrete may be cast in place or using cement guns with rich mortar and heavy reinforcement. Prestressed concrete has been used successfully in this field.

These dams are designed to resist their own weight, water pressures, earth quakes, pore water pressure and ice if any. A complete analysis should take into consideration the effect of the deformation of the rock foundation on the dam.

Analysis and design of arch dams have received much attention in the last decades. The design is based either on analytical or experimental methods or most probably on both.

Analytical methods for arch dam analysis :

Various methods for analysis of stresses in arch dams of different accuracies and approaches has been attempted in this field. Some of them are still under development, however, these methods can be divided into two main categories :

I. Simplifying the problem by substituting for the dam a certain structural system which leads to simplified equations for which a solution could be easily obtained.

II. Formulating "exact" equations based on the thin shell theory and solving them by approximate methods.

Methods based on simplified assumptions :

Among this class is the cylinder theory(1) which considers the dam as a part of a complete cylinder, the upper portion of the cylinder is designed using the cylinder theory, while thick cylinder theory is used for the thicker parts near the foundations. Results based on this method are inaccurate because the dam is neither a thick nor a thin cylinder.

The independent arch theory according to Jeager (1) considers the dam as divided into individual arches fixed at the abutment and carrying the entire load. Although this method neglects the stifness of the cantilever, it is still used for preliminary design.

The arch cantilever method (1) considers the dam as being made up of a system of horizontal arches and another system of vertical cantilevers (practically the central one only). Deflections of the arches and cantilevers are first determined by assuming that a unit load is applied at each intersection of the grid.

The interloads acting at the points of intersection of the grid could be calculated by equating the deflection of the arches and the cantilevers at the same point. This method neglects the torsion stiffness and the rotation of both arches and cantilevers.

INFORMATION

- The editors welcome for publication engineering researches and articles as well as discussions on any material appearing in this periodical.

- This periodical does not hold itself responsible for the opinions expressed in it.

- Any material intended for publication must be sent to the Secretarial at the address of the Egineering Society at Cairo.

SUBSCRIPTIONS

All members of the Engineering Society at Cairo are ipso facto subscribers of this periodical.

Subscription for engineers P.T.60 per annum.

Subscription for others P.T.200 per annum.

HEAD OFFICE

Egyptian Society of Engineers,

28, Ramses Avenue, Cairo. **Tel. 52106.**

JOURNAL OF
THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS
U.A.R.

QUARTERLY SCIENTIFIC PROCEEDINGS

ISSUED BY

THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS—U.A.R., CAIRO

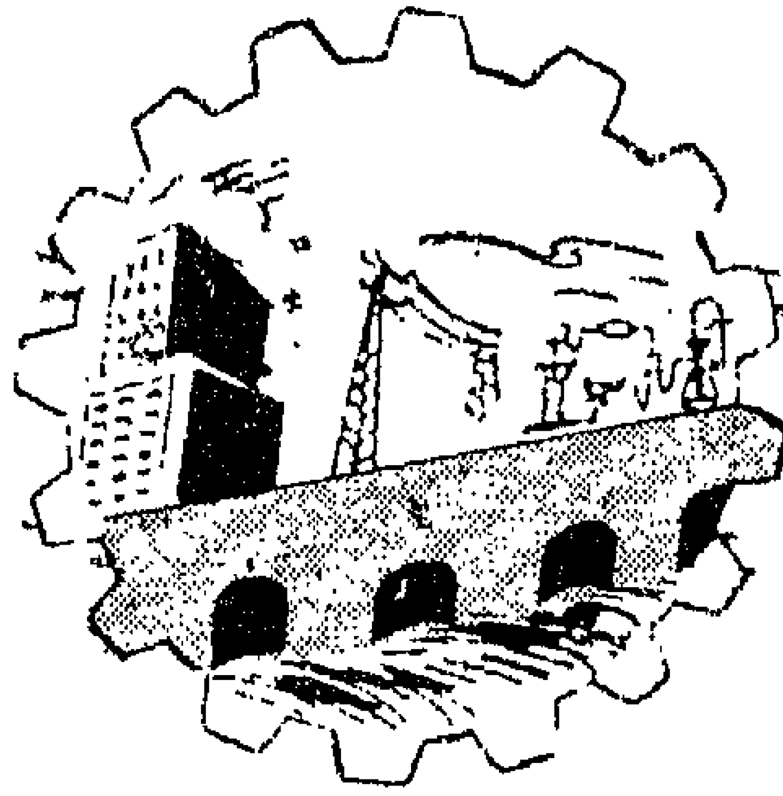
Vol. VI — No. 4 — Oct.-Nov.-Dec. 1967

CONTENTS

ENGLISH SECTION

ARABIC SECTION

"Mondiale" Press—Cairo



JOURNAL OF THE EGYPTIAN SOCIETY OF ENGINEERS U.A.R.

Oct.-Nov.-Dec. 1967
Vol. VI
No. 4

